

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка мобильного программного обеспечения «Калькулятор сварки»

УДК 004.451:004.388.2:621.791.01

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1BM81	Пя К. В.		26.05.2020

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н, Доцент		17.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н		28.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Федорчук Ю.М.	д.т.н, профессор		05.06.2020

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ	Марцева Т.А.	к.филол.н.		26.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н, Доцент		

Томск – 2020г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП 15.04.01

Код	Результат обучения
Универсальные компетенции	
P1	Способность применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания при создании новых конкурентоспособных технологий изготовления деталей и сборки машин с применением компьютерных технологий
P2	Способность ставить и решать инновационные инженерные задачи с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P3	Способность разрабатывать методики и организовывать проведение теоретических и экспериментальных исследований в области технологии и машиностроения с использованием новейших достижений науки и техники.
P4	Способность проводить маркетинговые исследования, используя знания проектного менеджмента, участвовать в создании или совершенствовании системы менеджмента качества предприятия.
P5	Способность работать в многонациональном коллективе над междисциплинарными проектами в качестве исполнителя и руководителя.
P6	Способность подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, методическую документации, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения
Профессиональные компетенции	
P9	Применять глубокие знания в области конструирования сборочно-сварочных приспособлений, механизации и автоматизации сварочных процессов с учетом специфики технологии изготовления сварной конструкции
P10	Решать инновационные задачи по сварке специальных сталей, применению современных методов неразрушающего контроля с использованием системного анализа и моделирования процессов контроля
P11	Ставить и решать инновационные задачи по применению необходимого оборудования для контактной сварки, проектировать сварочные процессы с принципиально новыми технологическими свойствами, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности (ИШНКБ)
Направление подготовки (специальность) 15.04.01 «Машиностроение»
Профиль «Машины и технологии сварочного производства»
Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОЭИ ИШНПТ

30.01.2020 Гордынец А.С.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1BM81	Пя Константин Викторович

Тема работы:

Разработка мобильного программного обеспечения «Калькулятор сварки»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 28.01.2020 г. №28-46/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования являются разработка мобильного программного обеспечения.</p>
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор литературы. 2. Материалы, используемые в приложении. 3. Сварочные материалы и режимы сварки. 4. Результаты и обсуждение. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность. 7. Заключение и выводы.
Перечень графического материала	1. Титульный лист (название работы), цель, задачи. 2. Экономическая часть, и социальная ответственность. 3. Заключение и выводы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Основная часть магистерской диссертации	Першина Анна Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина Вероника Анатольевна
Социальная ответственность	Федорчук. Юрий Митрофанович
Часть магистерской диссертации на английском языке	Марцева Татьяна Александровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Обзор литературы. 2. Описание материалов групп М01 и М03.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина Анна Александровна	к.т.н, Доцент		30.01.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ81	Пя Константин Викторович		30.01.2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности (ИШНКБ)
 Направление подготовки (специальность) 15.04.01 «Машиностроение»
 Уровень образования магистратура
 Профиль «Машины и технологии сварочного производства»
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.02.2020	1 Литературный обзор.	25
25.02.2020	2 Материалы, режимы.	5
29.03.2020	3 Разработка программного обеспечения.	35
15.04.2020	4 Выводы	10
22.04.2020	5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и Ресурсосбережение.	10
06.05.2020	6 Социальная ответственность.	10
13.05.2020	7 Часть магистерской диссертации на английском языке.	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А. А.	К.Т.Н., Доцент		30.01.2019

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		30.01.2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1BM81	Пя Константин Викторович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.01/Машиностроение

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): Материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость применяемого оборудования для проведения эксперимента, заработная плата с учетом районного коэффициента, стоимость электроэнергии
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30.2%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерного проекта (ИП)	1.1 Потенциальные потребители результатов исследования 1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 1.3 FAST - анализ 1.4. SWOT – анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	2.1. Устав проекта 2.2. Организационная структура проекта
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	3.1 План проекта (календарный план НТИ) 3.2 Бюджет проекта исследования (планируемые затраты на выполнения НТИ) 3.3 Организационная структура проекта (выбор организационной структуры научного проекта)
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИП и потенциальных рисков	4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. FAST - анализ 2. Матрица SWOT 3. Оценка готовности проекта к коммерциализации 4. Инициация проекта 5. Планирование управления проектом 6. График разработки и внедрения ИП 7. Инвестиционный план. Бюджет ИП 8. Основные показатели эффективности ИП
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	к.э.н. , доцент		24.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1BM81	Пя К. В.		24.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1BM81	Пя Константин Викторович

ШКОЛА		Отделение	ИШНКБ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Машиностроение / Технология и оборудование сварочного производства. 15.04.01


Тема дипломной работы: Разработка мобильного программного обеспечения «Калькулятор сварки».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка мобильного программного обеспечения «Калькулятор сварки», в кабинете, находящейся в нежилом здании офисного назначения. Кабинет оборудован: вентиляцией, письменными столами и оргтехникой.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная освещенность; • Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; • Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; • Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; • Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> - Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.

<ul style="list-style-type: none"> – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Наличие отходов (черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии); предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>
<p>4. Перечень нормативно-технической документации.</p>	<p>ГОСТы, СанПиНы, СНиПы Приведены перечень НТД, используемых в данном разделе, схема эвакуации при пожаре, схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2020 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	Д.т.н.		26.02.2020г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1BM81	Пя Константин Викторович		26.02.2020г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 113 с., 14 рис., 25 табл., 30 источников, 1 прил.

Ключевые слова: мобильное программное обеспечение, калькулятор сварщика, алгоритм работы.

В процессе разработки проводились:

- аналитический обзор литературных источников,
- аналитический обзор ГОСТов,
- исследование работ представленных на рынке,
- выбор более оптимального интерфейса пользователя,
- выбор алгоритма работы программы,
- систематизация данных, обработка данных,
- разработка программы на базе операционной системы Андроид,
- корректировка алгоритма работы приложения для осуществления устойчивой работы,
- тестирование и отладка мобильного приложения,
- анализ полученных данных, анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения,
- социальная ответственность.

В результате разработки удалось добиться оптимально удобного алгоритма работы мобильного приложения, объединит данные для удобства пользования, увеличить скорость работы мобильного приложения, добиться устойчивой работы мобильного приложения.

Степень внедрения: работающее программное обеспечение.

Область применения: научно-исследовательские, производственные организации и предприятия, области интересов которых, затрагивают работу со сварочными процессами и т.д.

Экономическая эффективность значимость работы:

- огромным плюсом разработки являются функции систематизации,

- предполагающие минимальные временные затраты специалиста на поиск информации,
- что позволит увеличить производительность труда и сделать программу более привлекательным для потребителя.

Возможность увеличения функционала за счет добавления новых способов сварки. Возможность на базе мобильного приложения достичь уровня математического моделирования сварочных процессов. Также программа легко может быть адаптирована под нужды производителей сварочного оборудования, что обеспечивает его конкурентоспособность.

В будущем планируется оптимизация программного обеспечения, расширение его функциональных возможностей и увеличения быстродействия.

Abstract

Final qualifying work 113 p., 14 Fig., 25 table., 30 sources, 1 ADJ. Keywords: mobile software, welder's calculator, work algorithm.

During the development process, we conducted:

- analytical review of literature sources,
- analytical review of state Standards,
- research of works presented on the market,
- selection of a more optimal user interface,
- selection of the program algorithm,
- data systematization, data processing,
- program development based on the Android operating system,
- adjustment of the application algorithm for sustainable operation,
- testing and debugging of mobile applications,
- analysis of the data obtained,
- analysis of resource efficiency and resource saving,
- social responsibility.

As a result of the development, we managed to achieve an optimally convenient algorithm for the mobile app, combine data for ease of use, increase the speed of the mobile app, and achieve stable operation of the mobile app.

Degree of implementation, working software:

- systematization functions are a huge advantage of the development,
- assuming the minimum time spent by a specialist on searching for information,
- which will increase labor productivity and make the program more attractive to the consumer.

The possibility of increasing functionality through the addition of new welding methods. The ability to achieve the level of mathematical modeling of welding processes based on a mobile application. The program can also be easily adapted to the

needs of welding equipment manufacturers, which ensures its competitiveness. In the future, it is planned to optimize the software, expand its functionality and increase performance.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 9467-75 «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы (с Изменением №1)»;
- ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные»;
- ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения;
- ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления;
- ГОСТ 12.1.003-83 – Шум. Общие требования безопасности;
- ОСП-72/87 – Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений;
- СНиП 23-03-2003 – Защита от шума;
- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
- ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;
- СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях;
- ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации;
- СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

- андроид система: операционная система для смартфонов, планшетов, электронных книг и т.п.,
- мобильное приложение (англ. «Mobile app») – программное обеспечение, предназначенное для работы на смартфонах, планшетах и других мобильных устройствах, разработанное для конкретной платформы (iOS, Android, Windows Phone и т.д.),
- КОМПАС – 3D: система автоматизированного проектирования,
- android Studio – среда программирования для мобильных приложений на базе Андроид,
- Kotlin – язык программирования,
- ImageJ – специализированная программа для обработки изображений,
- MATLAB – является интерактивной средой разработки приложений.

В настоящей работе применены следующие обозначения и сокращения:

- РДС – ручная дуговая сварка;
- РД – ручная дуговая сварка;
- группа М01 – углеродистые и низколегированные конструкционные стали перлитного класса с пределом текучести до 360 МПа;
- Группа М03 – 3 – низколегированные конструкционные стали перлитного класса с гарантированным минимальным пределом текучести свыше 360 МПа до 500 МПа;
- Группа М03 – 4 – низколегированные конструкционные стали перлитного класса с гарантированным минимальным пределом текучести свыше 500 МПа;
- САПР – система автоматизированного проектирования;

Оглавление

Введение.....	20
1 Обзор литературы	24
1.1 Обзор мобильных приложений для сварщиков.....	24
1.2 Мобильное приложение «Weld Connect»	25
1.3 Мобильное приложение «Сварочные швы»	26
1.4 Мобильное приложение «Справочник сварщика»	27
1.5 Приложение «СВАРКА–3D».....	28
1.6 Приложение для смартфонов фирмы «ЭСАБ».....	29
1.7 Программное обеспечение для сварочных работ «TRANSWELD®».....	30
2 Описание материалов групп M01 и M03	33
3 Сварочные материалы и параметры режима сварки	37
3.1 Сварочные материалы	37
3.2 Параметры режима сварки.....	39
4 Разработка мобильного приложения.....	42
4.1 Выбор среды для разработки мобильного приложения.....	42
4.1.1 Kotlin.....	42
4.1.2 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument	43
Engineering Workbench)	43
4.1.3 ImageJ	43
4.1.4 MATLAB.....	43
4.1.5 Android Studio	44
4.2 Методика выполнения работы.....	45
4.2.1 Анализ требований	45
4.2.2 Определения формата данных для работы приложения.....	45
4.2.3 Определение диаграммы взаимодействия с пользователем.....	46
4.2.4 Описание работы мобильного приложения	48
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	54
5.1 Предпроектный анализ	54
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	54

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	55
5.2 Fast – анализ.....	55
5.2.1 Описание главных, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.....	56
5.2.2 Определение по значимости выполняемых функций объектом.....	57
5.2.3 Определение значимости функций	58
5.2.5 Оптимизация функций, выполняемых объектом.....	59
5.3 SWOT – анализ.....	59
5.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	61
5.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	63
5.6 Инициация проекта.....	63
5.7 Планирование управления проектом	66
5.7.1 Структура работ в рамках научного исследования	66
5.7.2 Определение трудоемкости выполнения работ	67
5.7.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	69
5.8 Бюджет научного исследования. Затраты на материалы и эксперименты	73
5.9 Расчет фонда заработной платы	74
5.10 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования	78
5.10.1 Оценка абсолютной эффективности исследования.....	78
6. Социальная ответственность	82
6.1 Производственная безопасность.	83
6.1.1 Метеоусловия	83
6.1.2 Производственный шум	85
6.1.3 Освещенность.....	86
6.1.3 Электромагнитные поля.....	89
6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	91
6.2.1 Факторы электрической природы.....	91
6.2.2 Факторы пожарной и взрывной природы	92

6.2.3 Экологическая безопасность	94
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	95
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	96
Заключение	98
Список использованных источников	99
Приложение А	101

Введение

Актуальность работы характеризуется бурным развитием информационных технологий, науки и техники, при этом возрастающая сложность изготавливаемых конструкций и механизмов требует не только точности при изготовлении узлов и деталей, но и послепродажного удобства пользования и обслуживания. Это обуславливает развитие и применение различных специальных приложений и программ. Они позволяют быстро найти нужную информацию, тем самым позволяют существенно сократить время на решение той или иной задачи.

В сварочной отрасли так же наметилась бурное внедрение информационных технологий. Они нашли широкое применение, как и в настройке режимов сварочных аппаратах, так и программах для инженеров-конструкторов сварочного производства или в виде мобильных приложениях позволяющих быстро найти нужную информацию. В таких приложениях ключевым значением является удобство пользования и полезная информация всегда у вас под рукой.

Практически все мобильные приложения для сварочных производств не включают в себя блок математической обработки получаемых данных, однако для получения полной информации об объекте исследования она не обходима.

Таким образом создание мобильного приложения включающим в себя блок математической обработки информации позволяющая получить полную информацию при выполнении сварочных работ, является актуальной задачей.

Цель работы – Разработать мобильное программное обеспечения «Калькулятор сварки», на базе операционной системы Андроид. Систематизация свариваемых конструкционных материалов групп М01, М03 и ГОСТов, для РДС.

Объект исследования и предмет – Объектом исследования является база данных для мобильного приложение, наиболее полно охватывающая ГОСТ 5264-80 с материалами групп М01 и М03, а также алгоритм обработки получаемых данных.

Защищаемые положения:

1. Разработанное мобильное приложение с алгоритмом работы, включающая в себя информацию о сварных соединениях, материалах, выбора толщины материала, выбора марки электродов, расчет ориентировочных режимов для всех пространственных положений, количества проходов и сведение всех полученных данных в удобную для восприятия таблицу.
2. Алгоритм подхода при разработке базы для мобильного приложения.

Научная новизна – впервые предложена схема выбора и подача информации в удобной форме и техническая реализация мобильного приложения.

Практическая значимость

1. Разработанное мобильное приложение, может использоваться как самостоятельное справочное приложение.
2. Может послужить базой для улучшения пользовательского интерфейса при разработке новых моделей сварочного оборудования.

Личный вклад автора состоит в:

1. принятия решения о создании мобильного приложения;
2. реализации алгоритма работы мобильного приложения;
3. в составлении таблиц и систематизации данных;
4. создании программного обеспечения для работы мобильного приложения;
5. отладки программного обеспечения.

Постановка задач для разработки, анализ данных осуществлялись совместно с научным руководителем. Результаты, составившие основу защищаемых положений, получены лично автором, либо при его определяющем участии.

Апробация результатов работы – материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на следующих конференциях:

1. На семинарах школы «Неразрушающего контроля» ТПУ.

Структура и краткое содержание работ – диссертация состоит из введения, шести частей, заключения, списка литературы.

Во **введении** обсуждается актуальность работы, сформулирована цель, задачи исследования, представлены защищаемые положения. Отмечаются научная новизна и практическая значимость, приводится краткое содержание работ.

В первой проведен литературный обзор по теме исследования. Кратко рассматриваются мобильные приложения и программы, а также рассматриваются основные особенности каждого приложения. В том числе дается краткая характеристика приложения. Также были представлены примеры применения приложений. Для дальнейших разработки были отобраны следующие направления: РД, ГОСТ 5264-80, выбор материала, выбор толщины материала, выбор электродов, предварительны расчет режимов сварки в зависимости от пространственного положения, количество проходов, диаметр электрода.

Во второй было проведен обзор и описание материалов групп М01 и М03. Расписаны какие марки, диапазон механических характеристик, а также сфера их использования.

В третьей обзор сварочных материалов и режимов сварки в зависимости от пространственного положения.

В четвертой выбрали среду для разработки мобильного программного обеспечения, описали алгоритм работы приложения и прописали краткую инструкцию пользователя приложения.

В пятой проводится анализ значимости работы, оценка коммерческого и инновационного потенциала разработки, разрабатывается план проекта и расчет бюджета научного исследования, оценивается сравнительная эффективность разработки.

В шестой проводится ноксологический анализ инновационных

решений по теме диссертации на предмет возникновения вредных и опасных проявлений факторов производственной среды, предложены средства защиты. При анализе было обнаружено, что мобильное приложение не оказывает негативное влияние на окружающую среду. Приводятся меры по предупреждению наиболее типичной чрезвычайной ситуации.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

1 Обзор литературы

1.1 Обзор мобильных приложений для сварщиков

Большинство мобильных приложений и программ для сварщиков – это удобный ресурс, благодаря которым полезная информация всегда под рукой. Мобильные приложения и специализированные программы содержат в себе руководства по выбору сварочных материалов, справочник по защитным газам, нормативные документы, ГОСТы, а так же нужные рекомендации по планированию сварочных работ и техники безопасности при их выполнении.

В последние десятилетия наметилась тенденция бурного развития информационных технологий в производстве. Сварочную деятельность тоже не оставили без внимания. Все возможные программные обеспечения, как и от ведущих производителей сварочного оборудования, так и частных лиц. Исполненных в виде программ для сварочных производства, различных приложений для сварщиков так и отдельного оборудования легко совмещаемых со сварочным оборудованием.

Сферы охвата цифровизации сварочного производства различны:

- повышение скорости разработки изделия и качества конструкторской документации;
- подбор сварочных материалов и защитных газов;
- подбор оптимальных параметров сварки при настройке сварочного оборудования;
- использования централизованного протокола промышленной связи, позволяющие эффективно управлять различными процессами, оперативно изменять режимы и повышать качество выпускаемой продукции;
- контроль режимов в процессе сварки, позволяет по отклонениям от установленных режимов установить наличия дефектов в сварном шве;
- контроль термического анализа зоны шва в реальном времени, так же стремится выявить наличие дефектов на ранних стадиях;

- математическое моделирование сварочных процессов, позволяющее прогнозировать термомеханическое поведение во время сварки сборки;
- справочная информация по НД и ГОСТу.

Данные программы и мобильные приложения, предназначены для принятия правильных решений и сделать информацию более доступной для разной квалификации пользователей. Данные приложения могут применяться как самостоятельно, так и в дополнении к другим приложениям.

Благодаря огромному разнообразию способов получения информации они нашли широкое применение как в науке, так и в промышленности, сельском хозяйстве и т.д.

Благодаря развитию цифровой техники в настоящее время существует множество сварочных систем, способных поддерживать мощный математический аппарат. В связи с этим появилась возможность автоматизировать сложные инженерные задачи и вычисления. Позволяющие снизить влияние сварщика на процесс.

1.2 Мобильное приложение «Weld Connect»

Weld Connect – мобильное приложение для работы со сварочной системой Австрийской фирмы Fronius. Позволяющая определить оптимальные параметры для конкретного процесса сварки. Сварщику нужно только ввести модель используемого источника тока, сварочный процесс, толщину металла, скорость сварки, геометрию сварного шва, а также основной металл, присадочный материал и защитный газ. Данные можно ввести вручную либо путем сканирования QR-кодов материалов при помощи смартфона. На основе этих данных WeldConnect быстро и точно рассчитает производительность наплавки и расход энергии, а также предложит оптимальное сварочное решение. Приложение **WeldConnect** также является полноценным справочником, в котором содержится подробная информация о сварочном оборудовании,

сварочных процессах и их специальных модификациях на русском языке. Пользователи смогут найти исчерпывающую информацию о тонкостях выбора параметров сварки, технологиях, получат полноценный центр знаний, доступный всегда и везде - достаточно достать смартфон с приложением WeldConnect [3]. Пример экранов приложения представлен на рисунке 1.1.

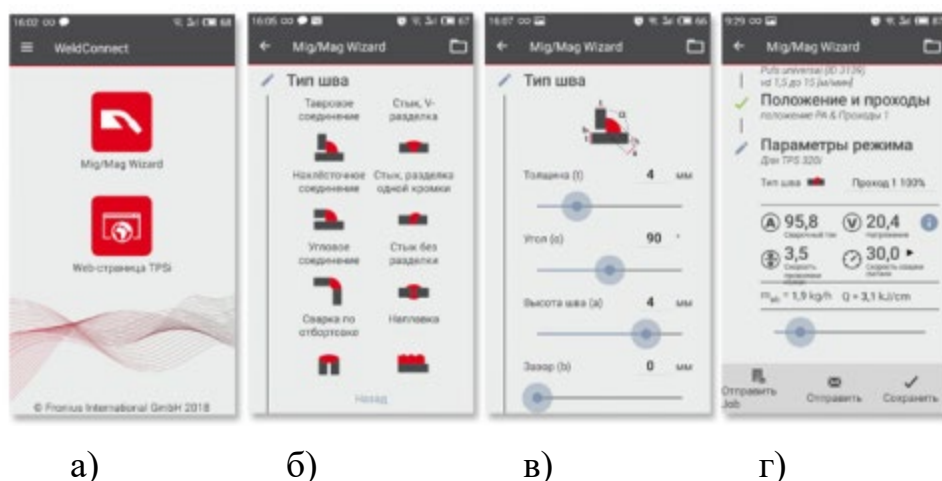


Рисунок 1.1 – Экраны приложения «WeldConnect», экран 1 (а), экран 2 (б), экран 3 (в), экран 4 (г)

На изображение 1.1 а, представлен экран, где происходит выбор способа сварки и оборудования фирмы Fronius, на последующих экранах б и в, происходит выбор типа шва и геометрические размеры валика шва. На экране г предлагаются настроечные режимы оборудования, которые возможно изменить в процессе сварки.

Это приложение настроено для работы вместе с конструкторской документацией и для более правильной настройки оборудования требуется знание ГОСТ и НД.

1.3 Мобильное приложение «Сварочные швы»

Мобильное приложение «Сварные швы» разработано для технологической поддержки образовательного процесса и представляет собой электронное пособие к учебному предмету «Спецтехнология» по специальности

«Технология сварочных работ». В данном приложении показаны описана классификация сварных швов, даются условные изображения и обозначения сварных соединений в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.312-72, а также виды сварных соединений. Также имеется тест для закрепления знаний, полученных в ходе изучения учебного материала в данном приложении [4].



Рисунок 1.2 – Экраны приложения «Сварочные Швы»

Данное приложение разработано для образовательных целей и неспособно производить предварительных расчетов, что весьма сужает спектр ее использования.

1.4 Мобильное приложение «Справочник сварщика»

Мобильное приложение «Справочник сварщика» разработано для технологической поддержки образовательного процесса и представляет собой электронное пособие к учебному предмету «Спецтехнология» по специальности «Технология сварочных работ». Данное приложение можно рассматривать как один из методических инструментов в работе педагога, позволяющий

организовывать наглядные, содержательные и информационно насыщенные учебные занятия [5].

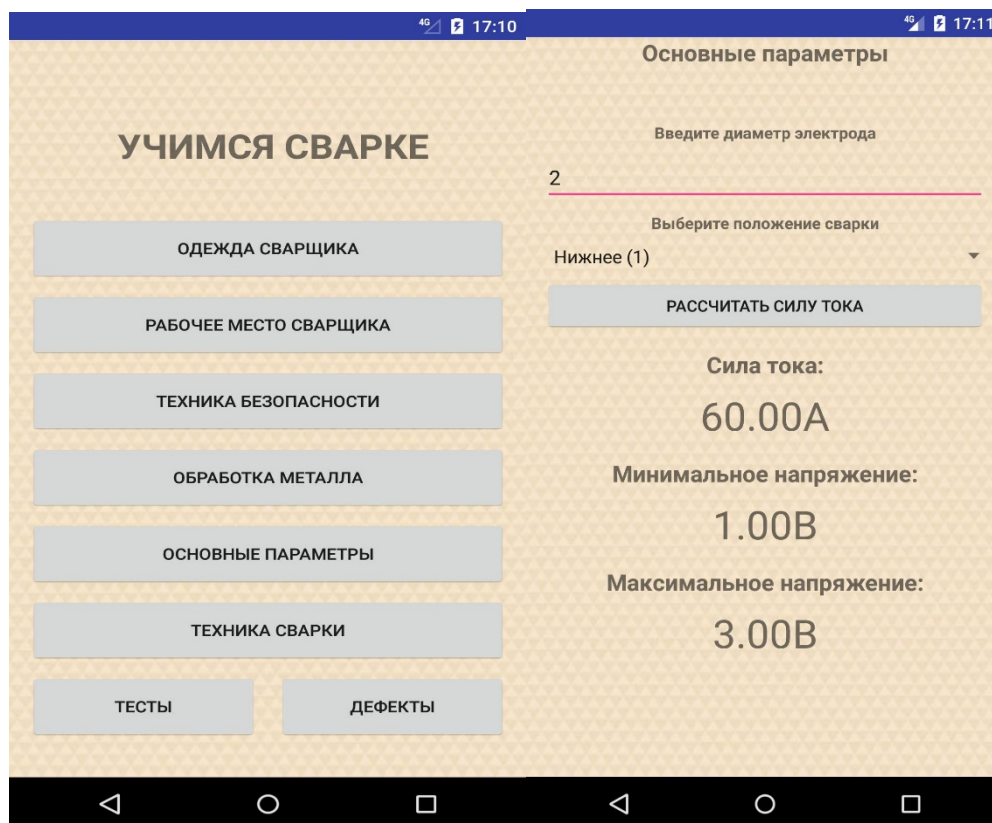


Рисунок 1.3 – Экраны приложения «Справочник сварщика»

Данное приложение более объемно по своему содержанию, но также разработано для образовательных целей и способно производить предварительный расчет силы тока, что расширяет спектр ее использования.

1.5 Приложение «СВАРКА–3D»

СВАРКА–3D – это приложение КОМПАС – 3D, позволяющие повысить скорость разработки, а также качество конструкторской документации на сварные детали, узлы и изделия [6]. СВАРКА–3D позволяет строить твердотельные модели сварных швов в 3D, что позволяет более точно рассчитать деформации, происходящие в модели во время моделирования нагрузок.

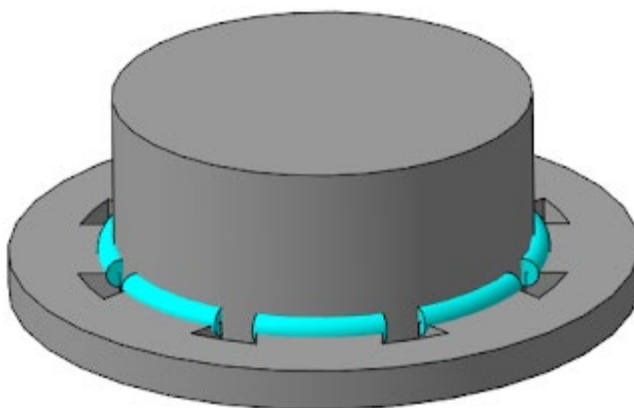
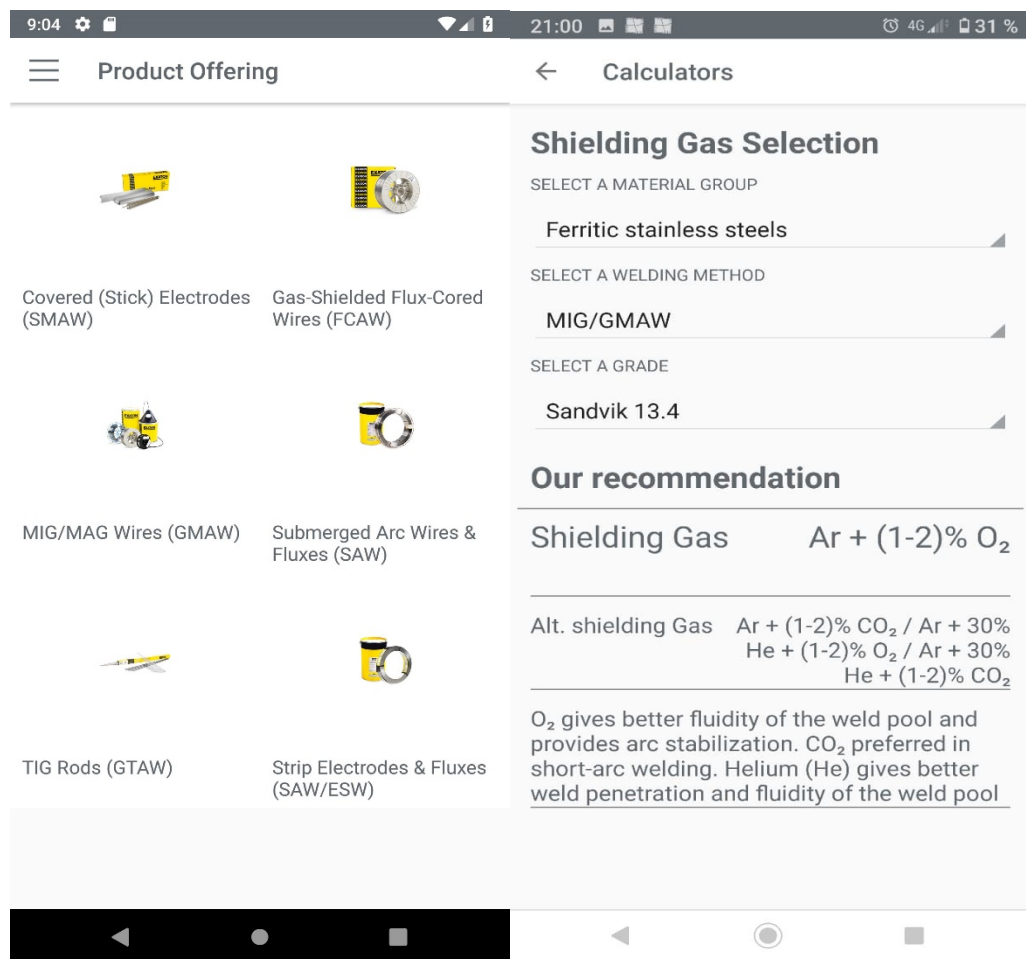


Рисунок 1.4 – Вид сварного шва в «САПР СВАРКА –3D»

СВАРКА–3D позволяет создавать таблицы и обозначения сварных швов 3D документах и чертежах. Это приложение полностью адаптировано под Российские стандарты. Что позволяет существенно сократить время на разработку и подготовку рабочей документации.

1.6 Приложение для смартфонов фирмы «ЭСАБ»

Приложение по сварке EXATON – это удобный ресурс для сварщиков, благодаря которому полезная информация всегда у вас под рукой. Приложение включает руководство по выбору сварочных материалов, справочник по защитным газам, диаграмму содержания феррита и калькуляторы погонной энергии. У вас будет возможность произвести оценку свариваемости, а также ознакомиться с полезными рекомендациями по планированию сварочных работ в руководстве по сварке. Кроме того, у вас будут данные всему ассортименту присадочных металлов EXATON – вся необходимая информация на вашем мобильном телефоне [7].



а)

б)

Рисунок 1.5 – Вид экранов приложение «EXATON», экран материалов (а), экран калькулятора (б)

Компания ЭСАБ динамично внедряет информационные технологии. Можно отметить и удобный и информативный сайт, с подробным описанием продукции и сварочных технологий, мобильное приложение EXATON. Это приложение позволяет компании ЭСАБ, более активно продвигать свою продукцию на рынке. Делая более удобным выбор материалов и технологий для сварки.

1.7 Программное обеспечение для сварочных работ «TRANSWELD®»

Программное обеспечение для моделирования сварочных процессов TRANSWELD® – это программное обеспечение, предназначенное для обеспечения промышленного решения, позволяющего прогнозировать термомеханическое поведение во время сварки сборки [8].

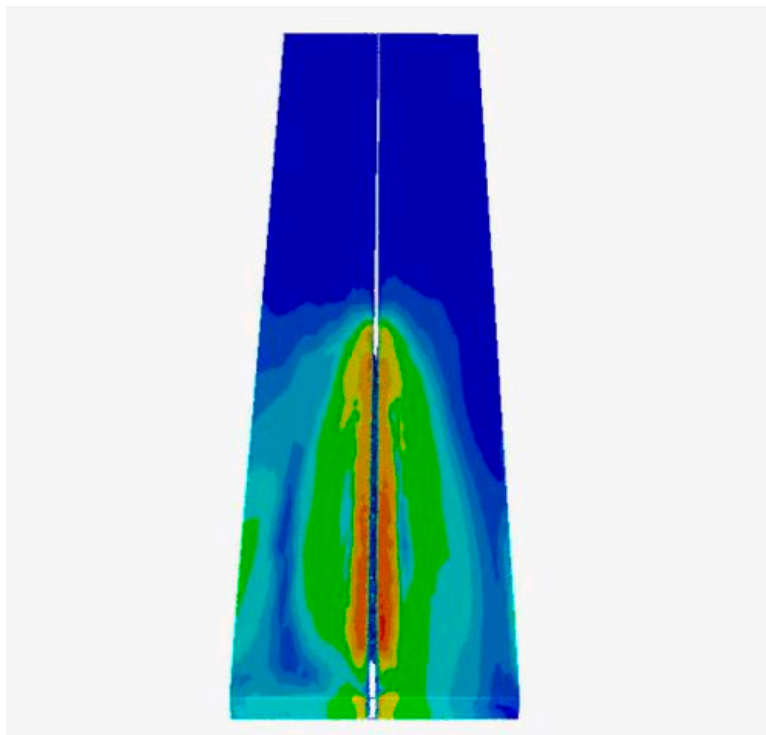


Рисунок 1.6 – Вид температурного моделирования границы зоны шва приложение «TRANSWELD®»

Основное направление TRANSWELD® прогнозирование результатов к концу процесса сварки, с учетом напряжений и деформаций. Разработчики программного обеспечения видят использования своего продукта как в научно-исследовательской работе, так и на производстве.

Вывод по разделу 1

Для тех, кто работает в сварочном производстве или занимается научно-исследовательской работой. Есть потребность в быстром получении нужной информации и результатов их расчетов. Востребованность рынка в различных мобильных приложениях для сварочной отрасли, весьма высокая. Что

подтверждается, выпуском различных мобильных приложений и программ, крупными производителями сварочного оборудования, так и небольшими компаниями. Так же есть востребованность в мобильных приложениях, работающих без подключения к сети интернет, способных не только работать как справочники, но производить начальные расчеты режимов для сварки. Следовательно, необходимо разработать мобильное приложение способное отвечать всем перечисленным требованиям.

2 Описание материалов групп М01 и М03

Материалы групп М01 и М03 относятся к конструкционным материалам с определенной конструкционной прочностью. Конструкционные материалы предназначены для изготовления деталей машин, приборов, инженерных конструкций, испытывающих на себе механическую нагрузку. Так же они работают при циклических, статических и ударных нагрузках. В разных температурных диапазонах и в контакте с различными средами. Все вышеперечисленные факторы определяют требования к конструкционным материалам, основными из которых являются технологические, эксплуатационные и экономические.

Эксплуатационные требования имеют первостепенное значение. Для того чтобы обеспечить работоспособность конкретных машин и приборов, материал должен иметь высокую конструкционную прочность [9].

Технологические требования к материалам – обеспечение наименьшей трудоемкости изготовления конструкций и деталей. Технологичность материала оценивается обрабатываемостью резаньем, давлением, свариваемостью, способностью к литью, а также прокаливаемостью, склонностью к деформации и короблению при термической обработке. Технологичность материала имеет важное значение, так как от нее зависит производительность и качество изготовления деталей [9].

Экономические требования сводятся к тому, чтобы материал имел невысокую стоимость и был доступным. Стали и сплавы по возможности должны содержать минимальное количество легирующих элементов. Использование материалов, содержащие легирующие элементы, должно быть обоснованно повышением эксплуатационных свойств деталей [9].

Все вышеперечисленные основные требования к материалам имеют важное значение при массовом масштабе производства. Следовательно качественный конструкционный материал должен удовлетворять всем вышеперечисленным требованиям. Применяемые в производстве основные

материалы в сварных конструкциях в различного назначения разделяют на группы, таблица 2.1.

Таблица 2.1– Группы свариваемых материалов

Группа		Материалы
M01(W01)	1	Углеродистые и низколегированные конструкционные стали перлитного класса с пределом текучести до 360 МПа.
M02(W02)	2	Низколегированные теплоустойчивые стали хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые стали перлитного класса.
M03(W03)	3	Низколегированные конструкционные стали перлитного класса с гарантированным минимальным пределом текучести свыше 360 МПа.
	4	Низколегированные конструкционные стали перлитного класса с гарантированным минимальным пределом текучести свыше 500 МПа.
M04(W04)	5	Высоколегированные (высокохромистые) стали мартенситного и мартенситно-ферритного классов с содержанием хрома от 10% до 18%.
	6	Высоколегированные (высокохромистые) стали мартенситного, ферритного класса с содержанием хрома от 12% до 30%.
M05(W05)	7	Легированные стали мартенситного класса с содержанием хрома от 4% до 10%.
M06	8	Чугуны.
M07	9	Арматурные стали железобетонных конструкций.
M11(W11)	10	Высоколегированные стали аустенитно-ферритного класса.
	11	Высоколегированные стали аустенитного класса.
M21(W21)	12	Чистый алюминий и алюминий и алюминиево-марганцевые сплавы.
M22(W22)	13	Нетермоупрочняемые алюминиево-магниевые сплавы.
M23(W23)	14	Термоупрочняемые алюминиево-магниевые сплавы.
M31	15	Медь
M32	16	Медноцинковые сплавы
M33	17	Медноникелевые сплавы.
M34	18	Бронзы.
M41	19	Титан и титановые сплавы.
M51	20	Никель и никелевые сплавы.
M61	20	Полителен.

Типичные марки сталей основных материалов по группам представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Марки сталей основных материалов

Группа материалов		Марки материалов
M01 (W01)	1	Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, 08, 08Т, 08ГТ, 10, 15, 15Г, 18, 18Г, 20, 20Г, 25, 15К, 16К, 18К, 20К, 22К, 15Л, 20Л, 25Л, 20ЮЧ, А, В, 09Г2, 10Г2, 14Г2, Е32, Д32, 16ГМЮЧ, 12ГС, 12ГСБ, 12Г2С, 13ГС, 13ГС-У, 15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1С-У, 20ГСЛ, 20ГМЛ, 08ГБЮ, 09Г2С, 09Г2СА, 09Г2С-Ш, 10Г2С, 10Г2С1, 10Г2С1Д, 14ХГС, 09Г2СЮЧ, 09ХГ2СЮЧ, 09ХГ2НАБЧ, 07ГФБ-У, 15ХСНД, 14ГНМА, 16ГНМА, 10ГН2МФА, 10ГН2МФАЛ, 15ГНМФА.
	2	12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 20ХМ, 20ХМА, 20ХМЛ, 10Х2М, 10Х2М-ВД, 20Х2МА, 1Х2М1, 12Х2М1, 10Х2М1А, 10Х2М1А-А, 10Х2М1А-ВД, 10Х2М1А-Ш, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ, 15ХМ1ФЛ, 12Х2МФСР, 12Х2МФБ, 12Х2МФА, 15Х2МФА, 15Х2МФА-А.
M03 (W03)	3	13Г1С-У, 13Г1СБ-У, 13Г2АФ, 14Г2АФ, 15Г2АФД, 16Г2АФ, 18Г2АФ, 09ГБЮ, 09Г2ФБ, 10Г2Ф, 10Г2ФБ, 10Г2СФБ, 10Г2ФБЮ, 09Г2БТ, 10Г2БТ, 15Г2СФ, 12Г2СМФ, 12Г2СБ, 12Г2СБ-У, 12ГН2МФАЮ. Д40, Е40, 10ХСНД, 10ХН1М, 12ХН2, 12ХН3А, 10Х2ГНМ, 10Х2ГНМА-А.
	4	30ХМА, 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А. 18Х2МФА, 25Х2МФА, 12Х2Н4А, 18Х3МВ, 20Х3МВФ, 25Х3МФА, 15Х3НМФА. 15Х3НМФА-А, 20ХН3Л, 38ХН3МФА, 20ХГСА, 30ХГСА, 30ХГС.
M04 (W04)	5	20Х13, 08Х14МФ, 20Х17Н2, 12Х13, 12Х11В2МФ (1Х12В2МФ), 05Х12Н2М, 06Х12Н3ДЛ, 07Х16Н4Б.
	6	08Х13, 08Х17Т, 15Х25, 15Х25Т, 15Х28, Х17.
M05 (W05)	7	15Х5, 15Х5М, 15Х5М-У, 15Х5ВФ, Х8, 12Х8, 12Х8ВФ, Х9М, 20Х5МЛ, 20Х5ВЛ, 20Х5ТЛ, 20Х8ВЛ.
M11 (W11)	10	08Х22Н6Т, 08Х18Г8Н2Т, 08Х21Н6М2Т, 15Х18Н12С4ТЮ, 15Х18Н12С4ТЮ-Ш, 16Х18Н12С4ТЮЛ, 12Х21Н5Т, 07Х16Н6-Ш, 10Х18Н4Г4Л, 03Х22Н6М2, Х32Н8, Х32Н8-Ш.
	11	02Х8Н22С6, 02Х18Н11, 03З19АГЗН10Т, 03Х21Н21М4ГБ, 07Х21Г7АН5, 12Х18Н10Т, 10Х14Г14Н4Т, 10Х17Н13М3Т, 03Х18Н11, 03Х20Н16АГ6, 10Х13Г12БС2Н2Д2, 12Х18Н12М3ТЛ.

Как мы видим из таблиц материалы разделены на группы по механическим свойствам. Что ускоряет выбор марок электродов и выбор материала для той или иной конструкции. Группа материалов M01 используют для изготовления металлических конструкций (сооружение из профилей, листов и труб). Из них производят рамы машин, стальную мебель, металлоконструкции промышленных зданий, пролеты мостов и эстакады. Материалы должны

обладать достаточной пластичностью и прочностью, малой склонностью к хрупким разрушениям, хладостойкостью, а также хорошей технологичностью (свариваемостью, правке и способностью к гибки и т.п.). Материалы группы М03 обеспечивает повышение предела текучести от 1,3 до 1,8 раз. Благодаря этому достигается снижение массы металлоконструкций и сокращение расхода материала на 30%-40%. Низкий порог хладноломкости (от – 70 до – 40 град. С) этих материалов, дает возможность использования в районах с низкими климатическими температурами.

Вывод по разделу 2

Разделение материалов по группам существенно позволяет снизить временные затраты по выбору материалов для всевозможных конструкций и существенно упрощает подбор сварочных материалов.

3 Сварочные материалы и параметры режима сварки

3.1 Сварочные материалы

Процесс сварки материалов – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются:

- тепловое воздействие на металл в околошовных участках,
- плавление,
- металлургические процессы,
- кристаллизация металла шва и взаимная кристаллизация металлов в зоне сплавления.

Под свариваемостью понимают отношение материалов к этим основным процессам. Тепловое воздействие на материал в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Поэтому подбор сварочных материалов и режимов, является основной задачей инженера сварщика.

Основными характеристиками электродов механические свойства сварного соединения и металла шва:

- временное сопротивление разрыву,
- относительное удлинение,
- угол изгиба,
- ударная вязкость.

Согласно ГОСТ 9467-75 электроды классифицируются на следующие типы (в условном обозначении типа электрода за буквой «Э» (электрод) стоят две цифры соответствующие минимальному временному сопротивлению разрыва металла шва или сварного соединения в кгс/мм²). Типы электродов Э38, Э42, Э46 и Э50 для сварки сталей с временным сопротивлением до 490 МПа. Типы электродов Э42А, Э46А и Э50 для тех же материалов, когда к материалу шва предъявляются повышенные требования по относительному удлинению и ударной вязкости. Типы Э55 и Э60 для материалов с временным сопротивлением разрыву свыше 490 МПа и до 590 Мпа. Указанным стандартом регламентируется

содержание серы и фосфора в наплавленном материале. Электроды для сварки углеродистых и низколегированных материалов характеризуется так же уровнем сварочно-технологических свойств, таких как возможностью сварки во всех пространственных положениях, производительностью процесса, родом сварочного тока, склонностью к образованию пор, а в некоторых случаях и содержанием водорода в наплавленном материале и склонностью сварных соединений к образованию трещин. Перечисленные характеристики, необходимо учитывать при выборе конкретной марки электродов, так же в значительной степени определяется видом покрытия. Покрытия бывают: основным, кислым, рутиловым, целлюлозным, смешанным.

Рассмотрим некоторые распространенные типы, марок электродов для материалов группы M01 и M03 в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Таблица применяемости сварочных материалов

Группа материалов		РД	
		Тип	Электроды
1	M01	Э42А	УОНИ 13/45
1	M01	Э46	ОК – 46
1	M01	Э50А	LB – 52U
1 / 2	M01/M03	Э50А	ОК – 48.00
1 / 2	M01/M03	Э50А	ОК – 53.70
1 / 2	M01/M03	Э50А	УОНИ 13/55
2	M0	Э60	УОНИ 13/65

Представленные марки электродов отлично зарекомендовали себя в работе. О чем свидетельствует допуск к работе на объектах повышенной опасности. Представленные марки электродов выпускаются известным производителем сварочных материалов фирмы: ESAB и KOBELCO.

1.2 Параметры режима сварки

Сварочный режим – совокупность основных характеристик сварочного процесса, позволяющие получить сварные швы заданного размера, формы и качества. Режим сварки определяется расчетными методами, так же допускается назначать по таблицам, приведенными в нормативных документах и справочниках.

При ручной РДС конструктивные элементы сварных швов выполняются в соответствии с ГОСТ 5264 – 80.

К основным параметра режима РДС относятся:

- Диаметр электрода – $d_{эл}$, мм.
- Сила сварочного тока – $I_{св}$, А.
- Напряжение дуги – U_d , В.
- Скорость сварки – $V_{св}$, м/ч.
- Род тока (переменный или постоянный).
- Полярность тока (при применении постоянного тока, различают сварку на прямой или обратной полярности).
- Масса наплавленного металла, кг.

При сварке стыковых соединений $d_{эл}$ покрытого электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемого материала и положения шва в пространстве, таблица 3.2.

Таблица 3.2 – Рекомендуемые $d_{эл}$ при сварке стыковых швов в нижнем положении

Толщина свариваемых материалов, мм	2 – 4	5 – 8	10 – 12	12 и более
Рекомендуемый диаметр электрода, мм	3	4	5	6

Производительность процесса РДС покрытыми электродами, в основном определяется значениями сварочного тока, однако ток ограничен, так как его чрезмерное повышение приводит к перегреву стержня электрода, отслоению покрытия и перегреву сварочной ванны материала. Сварочный ток при РДС покрытыми электродами зависит от диаметра электрода и допускаемой плотности тока и определяется по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi \times d_{эл}^2}{4} \times j, \quad (3.1)$$

где: $I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

π – определенное иррациональное число 3,14;

j – допустимая плотность тока, А/мм²;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм.

Допустимая плотность сварочного тока зависит от диаметра электрода и вида покрытия: чем больше диаметр электрода, тем меньше допустимая плотность сварочного тока, так как ухудшаются условия охлаждения, таблица 3.3.

Таблица 3.3 – Допустимая плотность тока в электроде при РДС

Вид покрытия	Диаметр стержня электрода, мм			
	3	4	5	6
Основное	13,0÷18,5	10,0÷14,5	9,0÷12,5	8,5÷12,0
Кислое, рутиловое	13,5÷19,0	11,5÷15,0	10,0÷13,5	9,5÷12,5

Применив формулу, получаем ориентировочные сварочные токи, для нижнего пространственного положения, таблица 3.4.

Таблица 3.4 – Ориентировочные сварочные токи $I_{св}$, А.

Вид покрытия	Диаметр стержня электрода, мм			
	3	4	5	6
Основное	90 – 110	120 – 170	170 – 210	200 – 290
Кислое, рутиловое	95 – 130	140 – 190	180 – 230	220 – 300

Выбрав силу сварочного тока в нижней плоскости, то при сварке материала в вертикальной плоскости силу тока уменьшают на 10 – 15%, а в потолочной плоскости – на 15 – 20%.

Вывод по разделу 3

Но все приводимые данные являются ориентировочными используемые в первоначальных настройках источников питания. Каждый специалист сварочного производства делает более точную настройку на образцах свидетелях перед началом работы.

4 Разработка мобильного приложения

4.1 Выбор среды для разработки мобильного приложения

Для решения поставленной задачи необходимо выбрать язык разработки и программную среду разработки, которая будет удовлетворять следующим требованиям:

- проводить математические вычисления;
- иметь высокое быстродействие;
- позволять работать вне сети интернет.

В ходе проведения работ по магистерской диссертации были рассмотрены различные среды и языки программирования для разработки мобильного приложения.

4.1.1 Kotlin

Kotlin – статически типизированный, объектно – ориентированный язык программирования, работающий поверх Java Virtual Machine и разрабатываемый компанией JetBrains. Авторы ставят целью создать язык более лаконичный и типобезопасный, чем Java, и более простой, чем другие языки. Следствие упрощения стала быстрая компиляция, что позволяет Java – разработчикам постепенно перейти к его использованию; в частности, в Android язык встраивается с помощью Gradle, что позволяет для существующего Android–приложения внедрять новые функции на Kotlin без переписывания приложения целиком [10].

Язык Kotlin отвечает всем вышеперечисленным требованиям и свой выбор мы остановим на нем.

4.1.2 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)

Среда разработки, позволяющая разрабатывать приложения путем создания мнемосхемы. Данный программный пакет предназначен для автоматизированного проведения измерений, анализа данных, моделирования различных процессов, для создания полноценного программно-аппаратного комплекса приложение имеет библиотеки, предназначенные для подключения внешних устройств ввода/вывода. Обмен данными осуществляется через RS232 [11].

Однако программный пакет не предназначен для обработки изображений, несмотря на имеющиеся возможности проведения различных математических вычислений, особенности данного языка программирования (графический язык программирования «G»), делают данную платформу пригодной для управления объектами и процессами, но не более того.

4.1.3 ImageJ

Специализированная программа для обработки изображений (язык программирования «Java»), поддерживающая большинство известных форматов, находится в свободном доступе, отличается удобным интерфейсом, высокой производительностью и возможностью параллельного протекания операций. Данный пакет имеет открытый исходный код, что привело к разработке огромного количества плагинов расширений [12].

4.1.4 MATLAB

Является интерактивной средой разработки приложений, работающей с использованием одноименного высокоуровневого языка программирования. Используется в различных областях научного знания и предназначена для

проведения различных вычислений, моделирования сигналов и процессов, разработки систем управления устройствами, измерения сигналов, тестирования и пр. Создание программы происходит посредством использования различных *mat*-функций, имеющих открытый код. Кроме того, платформа позволяет создавать собственные функции, программы и приложения, работать с различными внешними устройствами и средами разработки. Благодаря своей гибкости и многозадачности, Matlab является программной средой, наиболее подходящей для проведения исследований, но не для приложений [13].

4.1.5 Android Studio

Android Studio – среда разработки под популярную операционную систему Андроид. Программное обеспечение вышло в 2013 году и развивается по сегодняшний день. Данная интегрированная среда разработки находится в свободном доступе на официальном сайте. Android Studio — хорошо продуманная среда разработки, работа с которой приносит только удовольствие. Функционал софта понятно оформлен и упрощен до максимума, чтобы даже у неопытных программистов все получалось. Для тестирования приложения в финальной стадии разработки есть два варианта: проверить его непосредственно на смартфоне, планшете или другом целевом устройстве, или прибегнуть к помощи эмулятора [14].

Так как наш продукт полностью ориентирован на данном этапе на Андроид приложение и полностью удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям, то выбор среды для разработки мобильного приложения мы остановим на Android Studio.

4.2 Методика выполнения работы

4.2.1 Анализ требований

При подходе к выбору параметров, которые будут использоваться в мобильном приложении, мы опирались на востребованность данного продукта и возможность работать, без подключения интернету. Так же нужно учесть простоту пользования, актуальность предоставляемых данных и последовательностью выполняемых операций. За основу мы взяли ГОСТ 5264-80 и определили последовательность производимых действий. Последовательность действий выбрали с учетом максимально удобства для пользователя и наглядностью выводимой на экран информации.

4.2.2 Определения формата данных для работы приложения

За основу формата данных взяли ГОСТ 5264 и группы материалов М01 и М03. Сделали подбор сварочных материалов с учетом предложения на рынке сварочных материалов хорошего качества. Рассчитали сварочные режимы в зависимости от пространственного положения, так же учли количество сварочных проходов в зависимости от толщины свариваемого материала. Преобразовав все вышеперечисленные данные в Excel формат, получили базы для работы приложения. Проведя анализ алгоритма работы и объема баз данных, пришли к выводу что хранение данных в приложении возможно в виде массива, без использования сторонних баз данных. Базовое представление данных в мобильном приложении осуществлено пятью массивами связанных данных. При формировании данных и алгоритма работы предусмотрели возможность периодического обновления существующих данных и добавления новых параметров в приложение. Итогом работы приложения будет обработка массива всех вышеперечисленных данных и представления в виде таблицы с предварительными настройками сварочного оборудования.

4.2.3 Определение диаграммы взаимодействия с пользователем

При реализации приложения, нам необходимо определить ее логическую структуру для физической реализации. Логическая структура состоит из следующих центров взаимодействия:

- тип соединения,
- марки материала,
- толщины материала,
- тип электрода и диаметр,
- пространственное положение.

Все вышеперечисленные центры взаимодействия позволяют получить конечный результат в виде таблицы. В итоговой таблице представлены следующие параметры для удобства предварительной настройки сварочного оборудования:

- вид соединения с его геометрическими характеристиками,
- марка выбранного материала и толщина,
- тип и диаметр электрода,
- сила тока в зависимости от пространственного положения,
- количество проходов в зависимости от толщины.

Ниже приведена структурная схема взаимодействия, применяемая в приложении, состоящая из элементарных звеньев процессов и действий. В структурной схеме приведены следующие обозначения:

- овал – начало и окончания процесса;
- прямоугольник – процесс, выполняемый приложением;
- ромб – решение, принимаемое пользователем;
- стрелка – показывает направление действия звена.

На рисунке 4.1 приведено взаимодействие массивов данных внутри мобильного приложения.

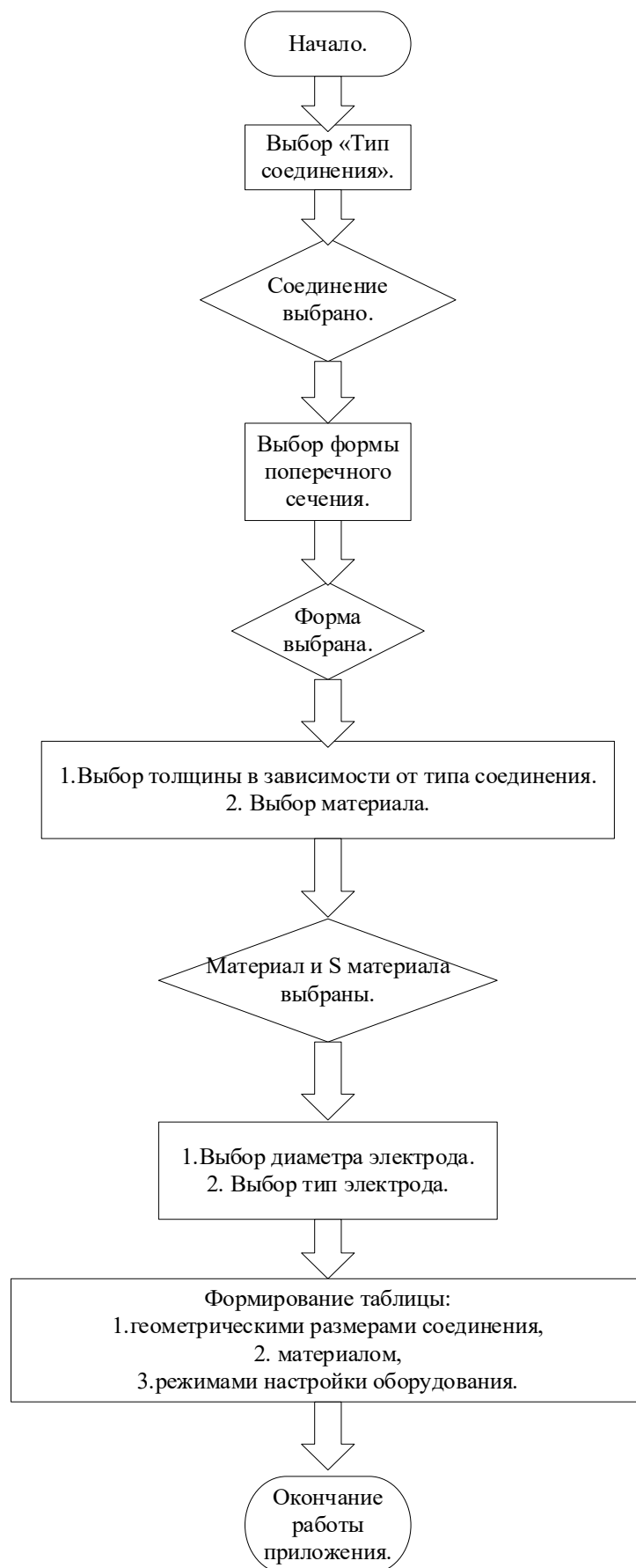


Рисунок 4.1 – Структурная схема взаимодействия массивов данных внутри программы

Работа происходит следующим образом:

1. начало – активация мобильного приложения,
2. процесс – «Выбор Тип Соединения», предлагается сделать выбор типа соединения,
3. действие – пользователь делает выбор основных типов соединения: стыковое, угловое, тавровое, нахлесточное, а программа определяет массив данных для дальнейшей работы,
4. процесс – «Выбор формы поперечного сечения», предлагает выбрать пользователю, нужный ему подтип соединения,
5. действие – пользователь выбирает нужный ему подтип соединения,
6. процесс – «1. Выбор толщины материала в зависимости от типа соединения. 2. Выбор материала», этот выбор необходим для определения следующего массива данных,
7. действие – пользователь выбирает нужную толщину материала в зависимости от выбранного типа соединения, также выбирает материал,
8. процесс – «1. Выбор диаметра электрода. 2. Выбор тип электрода.» необходим для формирования таблицы с первоначальными настройками сварочного оборудования и видом геометрических параметров шва.
9. окончание работы приложения.

4.2.4 Описание работы мобильного приложения

Работа мобильного приложения происходит следующим образом. При активации иконки на смартфоне, появляется экран с выбором «Тип соединения», рисунок 4.2.



Рисунок. 4.2 – Вид экрана выбора «Тип соединения»

На этом экране происходит выбор нужного типа соединения из четырех типов, согласно ГОСТ5264-80:

- стыковое,
- угловое,
- тавровое,
- нахлесточное.

Произведя выбор типа соединения, мы переходим на следующий экран, где происходит выбор формы поперечного сечения сварного соединения или условного обозначения соединения согласно ГОСТ 5264-80, рисунок 4.3.

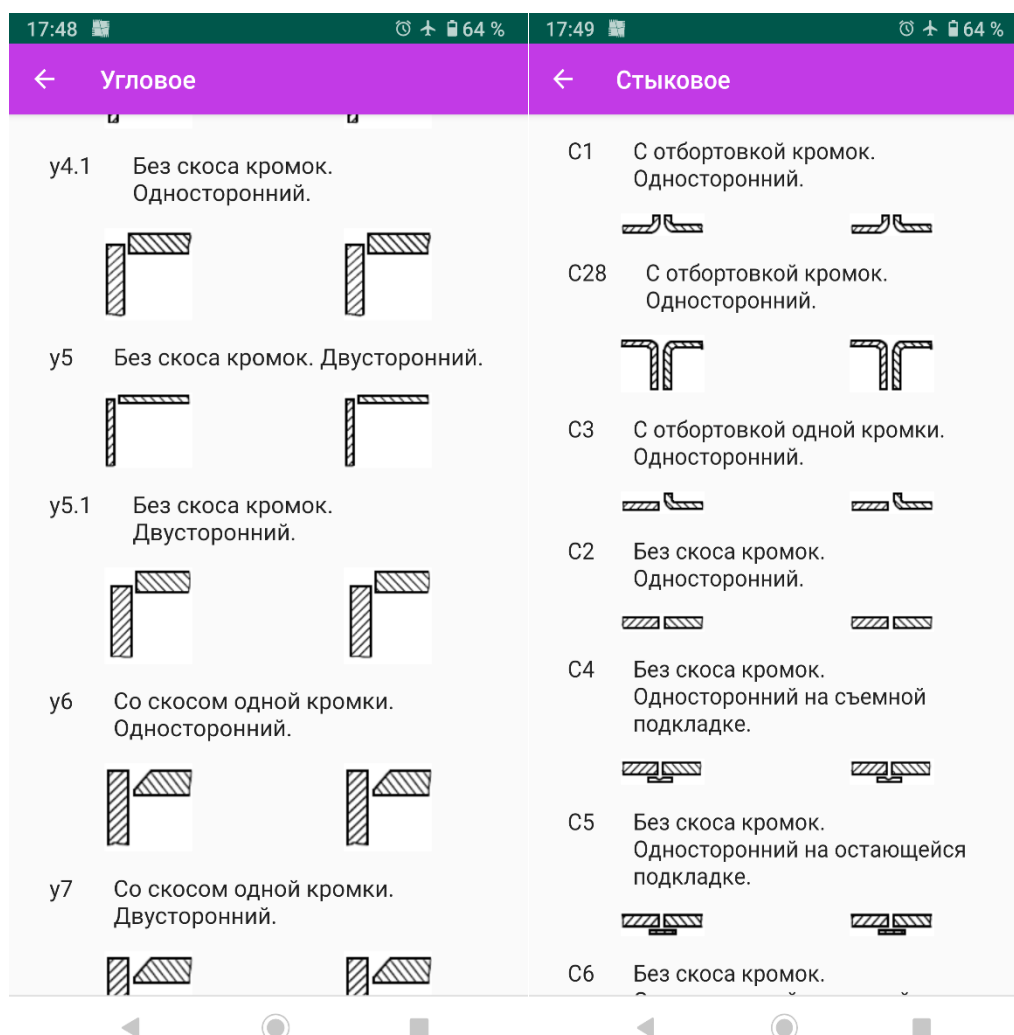


Рисунок 4.3 – Вид экранов форм поперечного сечения в зависимости и условного обозначения

Согласно сделанному выбору, мы переходим к экрану с выбором толщины материала в зависимости от выбранного соединения и выбираем сам материал, применяемый в изделии пользователя, рисунок 4.4.

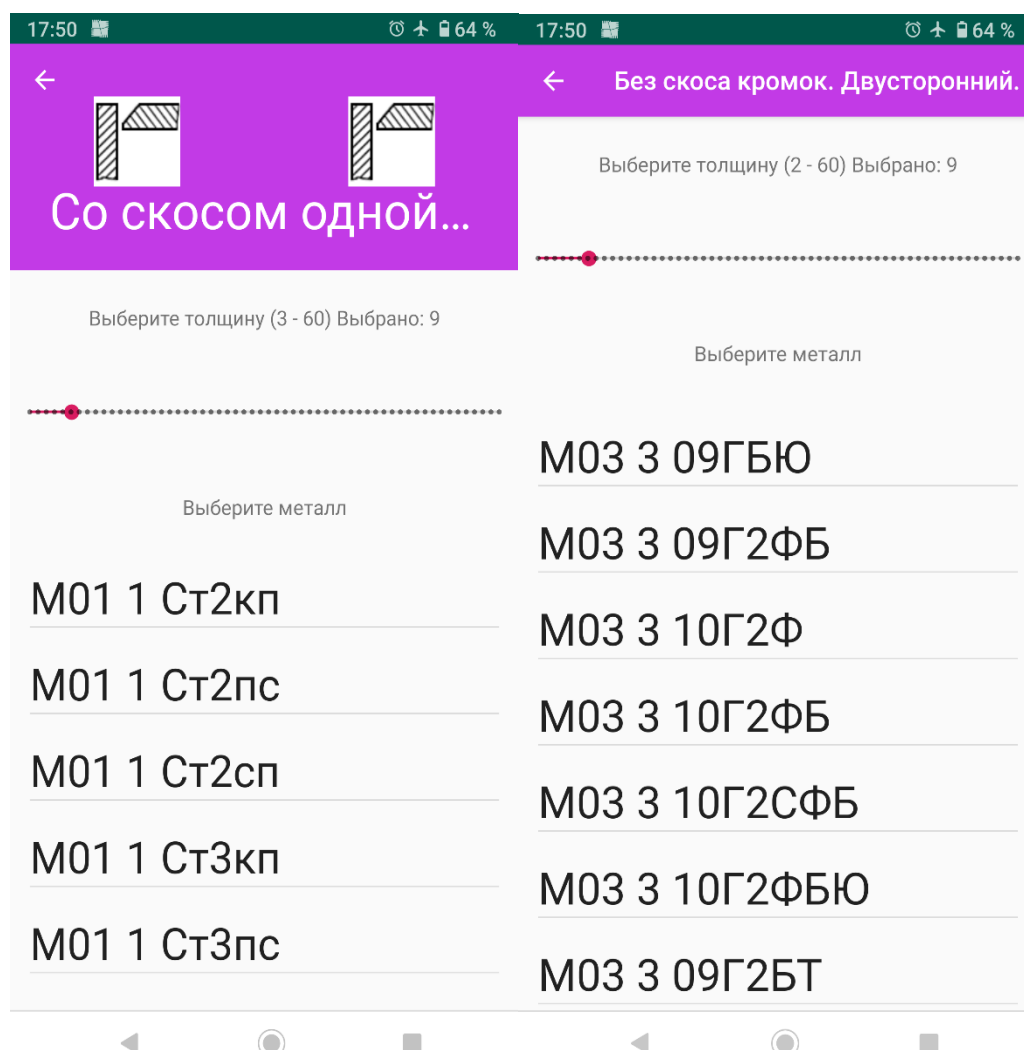


Рисунок 4.4 – Вид экранов выбора толщин и материалов

Так как материалы распределены по группам, автоматически происходит выбор группы свариваемых материалов. Этот выбор будет учитываться при выборе сварочных материалов на экране выбора сварочных электродов. Так как в приложении выбор сварочных материалов осуществляется по механическим свойствам.

На четвертом экране, происходит выбор диаметра электрода в зависимости от предыдущего выбора толщины материала и типа сварочных электродов, рисунок 4.5.

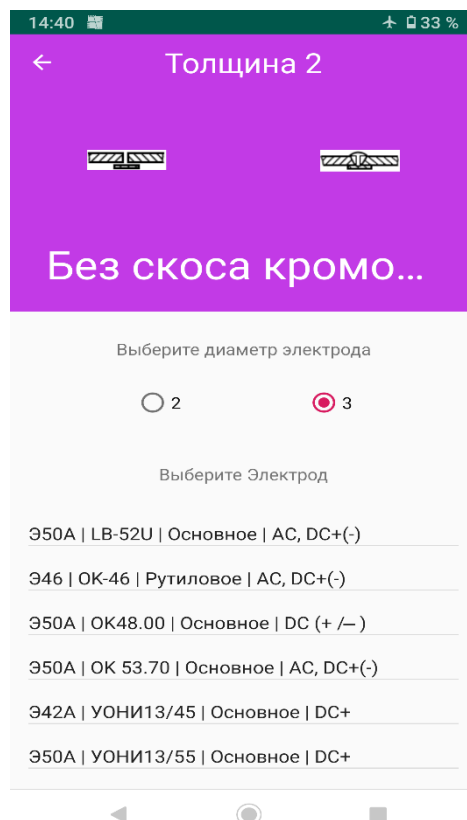


Рис. 4.5 – Вид экрана выбора типа и диаметра электрода

На завершающем экране представлена таблица с геометрическими параметрами формы поперечного сечения, сделанным выбором сварочного электрода, первоначальными настройками сварочного оборудования в зависимости от пространственного положения сварного соединения, рисунок 4.6.

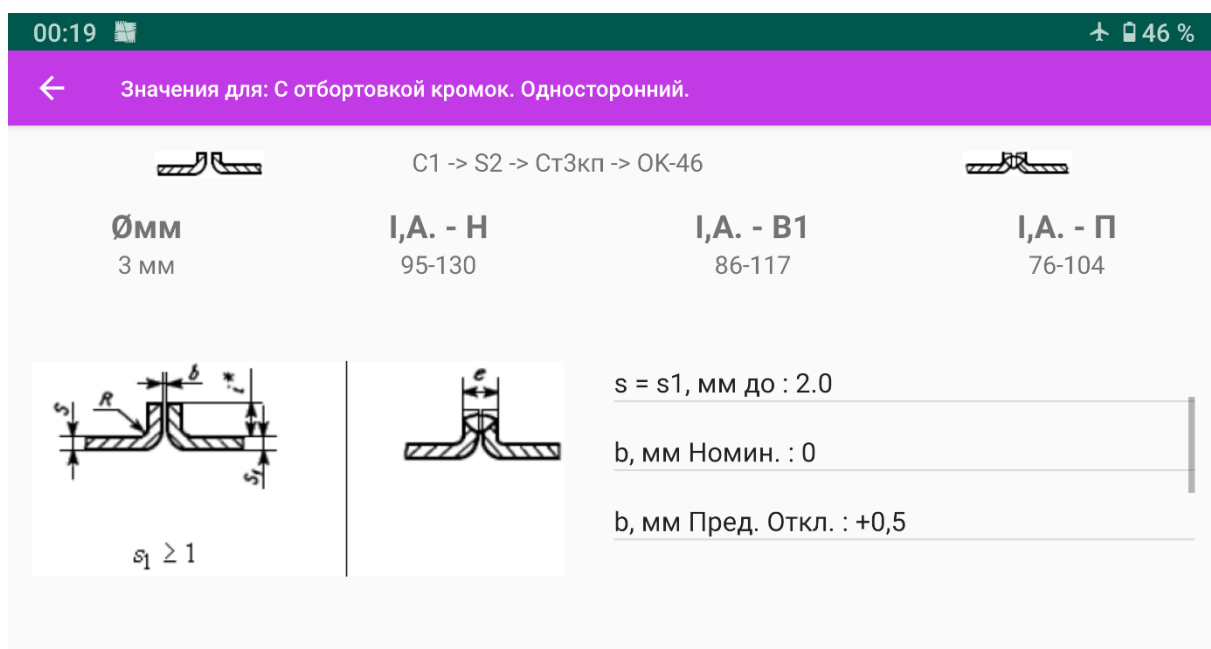


Рисунок. 4.6 – Вид экрана

Вывод по разделу 4

В целом в этой главе предпринята попытка сформировать цепочку достаточно простых действий, чтоб в целом представить логику проделанной работы с использованием среды Android Studio. Для освоения данной среды программирования имеется достаточно много публикаций на интернет-форумах. Поэтому в данной главе не уделено этому внимание.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Предпроектный анализ

На сегодняшний день с развитием науки, непосредственно развиваются и все отрасли промышленности. Конкуренция технологий и разработок, внедряются и замещают устаревшую продукцию с рынка. Внедрение новой технологии происходит тем больше, чем больше надежность и экономическая эффективность.

Все то, что мы видим вокруг, создано из различных материалов, различающихся своим назначением, свойством и ценой. И большинство желает иметь самое лучшее, что может позволить себе по доступной цене. Крупные компании не являются исключением ведь независимо от надежности разработки, главным успехом любой компании является увеличение дохода путем снижения затрат.

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данное исследование посвящено разработке мобильного приложения «Калькулятор сварщика», что является на сегодня актуальной задачей, данная программа будет работать автономно иметь обновления и соответственно помогать с подбором режимов и сварки в зависимости от цели и оборудования.

Итак, целевой рынок результатов исследования будет включать в себя все отрасли промышленности, где есть потребность в получении достоверной информации и качественного выполнения работ сварщиком.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Большинство мобильных приложений и программ для сварщиков – это удобный ресурс, благодаря которым полезная информация всегда под рукой. Мобильные приложения и специализированные программы содержат в себе руководства по выбору сварочных материалов, справочник по защитным газам, нормативные документы, ГОСТы, а так же нужные рекомендации по планированию сварочных работ и техники безопасности при их выполнении.

В последние десятилетия наметилась тенденция бурного развития информационных технологий в производстве. Сварочную деятельность тоже не оставили без внимания. Все возможные программные обеспечения, как и от ведущих производителей сварочного оборудования, так и частных лиц. Исполненных в виде программ для сварочного производства, различных приложений для сварщиков так и отдельного оборудования легко совмещаемых со сварочным оборудованием.

Таким образом цифровизация сварочной отрасли находится в начале развития и является перспективным направлением. Так же есть востребованность в мобильных приложениях работающих offline, способных не только работать как справочники, но производить начальные расчеты режимов для сварки. Следовательно, необходимость в разработке мобильного приложения является актуальной задачей с практической точки зрения и экономической.

5.2 Fast – анализ

В качестве предмета исследования выбран обычный ПК используемый в 16а корпусе ТПУ, так вся работа осуществлялась на стационарном компьютере.

5.2.1 Описание главных, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом

Таблица 5.1 – Классификация функций, выполняемых объектом

Наименование детали (узла, процесса)	Ко-во деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Глав- ная	Основ- ная	Вспо- мога- тельная
1.Системный блок	1	Обеспечение производительности и анализа программы			X
2.Монитор	1	Обеспечивает вывода изображения		X	
3.Клавиатура	1	Обеспечение ввода в системный блок формул, информации, цифрового кода			X
5.Компьютерная мышь	1	Обеспечивает ввод команд и прокрутку изображения на мониторе		X	
6. Компьютерный стол	1	Обеспечивает ввод команд и прокрутку изображения на мониторе			X

5.2.2 Определение по значимости выполняемых функций объектом

Таблица 5.2 – Матрица смежности

	Систем- ный блок	Мони- тор	Клавиа- тура	Компьютер- ная мышь	Компьютер- ный стол
Системный блок	=	>	>	>	>
Монитор	<	=	>	>	<
Клавиатура	<	<	=	>	>
Компьютерная мышь	<	<	<	=	<
Компьютерный стол	>	<	>	<	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая

Преобразовываем матрицы смежности в матрицы количественных соотношений функций.

Таблица 5.3 – Матрица количественных соотношений функций

	Систем- ный блок	Мони- тор	Клавиа- тура	Компью- терная мышь	Компью- терный стол	Итого
Системный блок	1	1,5	1,5	1,5	1,5	7
Монитор	0,5	1	1,5	1,5	0,5	5
Клавиатура	0,5	0,5	1	1,5	1,5	5
Компьютер ная мышь	0,5	0,5	0,5	1	0,5	3
Компьютер ный стол	1,5	0,5	1,5	0,5	1	5
						Σ=30

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»

5.2.3 Определение значимости функций

Определяем значимость функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям.

Так для системного блока $7/30 = 0,23$; монитора, клавиатуры, компьютерного стола $5/30 = 0,17$, компьютерной мыши $3/30 = 0,1$ [15].

Таблица 5.4 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Кол-во деталей на узел	Выполняемая функция			Норма расхода, кг
Системный блок	1	Обеспечение производительности и анализа программы			5
Монитор	1	Обеспечивает вывода изображения			2
Клавиатура	1	Обеспечение ввода в системный блок формул, информации, цифрового кода			0,67
Компьютерная мышь	1	Обеспечивает ввод команд и прокрутку изображения на мониторе			0,3
Компьютерный стол	1	Обеспечивает ввод команд и прокрутку изображения на мониторе			7
Трудоемкость детали, нормо-часов	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.	Итого	
2	34,6	87,4	90,1	212,1	
1,75	80,2	50,1	88	218,3	
0,9	73,6	25,5	75,8	174,9	
0,34	67,1	24,7	69,2	161	
0,87	70,5	37,7	76,8	185	
					$\Sigma=951,3$

Проанализировав полученные выше данные что рассогласование будет по функции 1, системный блок. Необходимо провести работы по ликвидации данной диспропорции [16].

5.2.5 Оптимизация функций, выполняемых объектом

В качестве оптимизации данных функций можно выделить следующее:

- применения принципиально новых инженерных решений;
- унификации баз данных и нормативных документов;
- использование нового подхода к подаче информации;
- оптимизация выбора массива данных.

5.3 SWOT – анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации.

Сильные стороны проекта.

Для тех, кто работает в сварочном производстве или занимается научно-исследовательской работой. Есть потребность в быстром получении нужной информации и результатов их расчетов. Востребованность рынка в различных мобильных приложениях для сварочной отрасли, весьма высокая. Что подтверждается, выпуском различных мобильных приложений и программ, крупными производителями сварочного оборудования, так и небольшими компаниями. Так же есть востребованность в мобильных приложениях работающих автономно без подключения к интернет среде, способных не только работать как справочники, но производить начальные расчеты режимов для сварки.

Слабые стороны проекта.

Данное исследование зависит от постоянной доработки, дополнения и актуализации данных представленных в нем.

Конкуренция, на сегодняшний день состоит только в том, что уже существуют приложения, с которым работают предприятия и уход от них для них будут взывать опасения, но если продолжиться исследовательская разработка в этом направлении, то это приведёт к несомненному развитию и результаты данного исследования будут широко применяться.

С уверенностью можно сказать, что все сильные стороны проекта оказывают очень сильное влияние на возможность его успешного завершения и последующего внедрения в производство.

Таблица 5.5 – SWOT – анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Финансирование из государственного бюджета.	Сл1. Дорогостоящее использование оборудования для исследования
	С2. Фундаментальность исследования.	
	С3. Возможность практического внедрения результатов исследования в высокопроизводительное нефтегазовое дело	Сл2 Замена труднодоступных и дорогостоящих элементов
Возможности:	Поддержка со стороны СО РАН очень сильно скажется на продвижении исследования и ускорит темпы внедрения результатов исследования в производство	Помощь СО РАН может выражаться в уменьшении стоимости пользования установкой до той величины, которую сможет финансировать государственный бюджет для данного исследования
В1. Заключение соглашения между НИ ТПУ и СО РАН о взаимной помощи в этом исследовании.		
В1. Приобретение дополнительного оборудования в ИШНКБ ТПУ: РЭМ и ПЭМ, которое может приносить прибыль.		

Продолжение таблицы 5.5

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Закрытие проекта в связи с нехваткой финансов и материальной базы (специального оборудования) для проведения исследования.</p> <p>У2. Выход из строя труднодоступных и дорогостоящих элементов оборудования для исследования.</p>	<p>Государство заинтересовано в развитии науки и всё больше средств вкладывать в финансирование научной деятельности. Чем быстрее результаты исследования будут внедрены в производство, тем быстрее исчезнут факторы, угрожающие развитию исследования. В дальнейшем возможна заинтересованность производственной стороны в финансировании проекта и его развития.</p>	<p>На данный момент слабые стороны связаны с выходом из строя дорогостоящих элементов оборудования, нехваткой финансов для проведения исследования.</p>
---	---	---

5.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

В данном разделе проводится оценка текущего исследования и степень его готовности к коммерциализации, а также определение уровня собственных знаний для его проведения. Специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта показана в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	3

Продолжение таблицы 5.6

5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	4
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	4
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выход на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной Разработки	4	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	51	52

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (5.1)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению; B_i – балл по i -му показателю.

Значение Бсум позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Так, если значение Бсум получилось от 59 до 45 – то перспективность выше среднего.

Для успешной коммерциализации текущей разработки необходимы небольшие объемы инвестиции в области маркетинговых исследований, детальная проработка вопросов международного сотрудничества с привлечением специалистов из данной отрасли в команду проекта и повышение уровня компетенций разработчика в области маркетинговых исследований рынков сбыта. По результатам оценки готовности научного проекта к коммерциализации его перспективность выше среднего.

5.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Задача данного раздела магистерской диссертации – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности.

Методом коммерциализации результатов научно-технического исследования является –передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия.

Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться все те, кто связан со сварочным производством и сваркой.

5.6 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы.

Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта [17].

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать [17].

Устав научного проекта магистерской диссертации имеет структуру, представленную ниже [17].

- 1) Цели и результат проекта. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Инженеры сварщики	Исследование позволит получать данные, которые помогут оперативно справиться с поставленной задачей.
Сварщики	

В таблице 5.8 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 5.8 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследование программ – помощников для сварщиков.
Ожидаемые результаты проекта:	Получение работающей и полезной программы-помощника
Критерии приемки результата проекта:	Получение четких результатов программы в действии
Требования к результату проекта:	Требование: Выполнение поставленных задач Научное объяснение результатов экспериментов Заключение о результатах исследования

- 2) Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 5.9).

Таблица 5.9 – Рабочая группа проекта

п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Першина А.А. д.т.н., доцент ИШНКБ ТПУ	Руководитель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Пя .К.В. магистрант ИШНКБ ТПУ	Исполнитель	Выполнение экспериментальной части

3) Ограничения и допущения проекта.

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 5.10 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1. Источник Финансирования	Финансовой поддержке государственного задания Министерства образования и науки РФ на проведение научно-исследовательских работ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	24.02.2019
3.2.2. Дата завершения проекта	

5.7 Планирование управления проектом

5.7.1 Структура работ в рамках научного исследования

Научное исследование будет состоять из четырех основных этапов, таких как: разработка технического задания и календарного плана, теоретическая подготовка, экспериментальные исследования и обобщение и оценка результатов по данной теме. Каждый этап содержит перечень важных работ, которые необходимо выполнить. В зависимости от вида работ будет свой исполнитель.

Таблица 5.11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания.	1	Выбор темы, постановка цели и задач ВКР.	Научный руководитель
	2	Составление предварительного плана ВКР.	Научный руководитель
Теоретическая подготовка.	3	Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР.	Инженер
	4	Изучение и выбор метода исследований в ВКР.	Инженер
	5	Написание теоретической части ВКР.	Инженер
	6	Подбор операционной среды и языка программирования для приложения.	Инженер

Продолжение таблицы 5.11

Экспериментальные исследования	7	Написание основного кода программы	Инженер
	8	Получение результатов исследования	Инженер
	9	Создание базы данных исследования	Инженер
	10	Анализ базы исследования/ получения результатов	Научный руководитель, Инженер
Обобщение и оценка результатов	11	Оформление итогового варианта ВКР	Инженер
	12	Согласование и проверка работы с научным руководителем	Научный руководитель, Инженер

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющие данные работы.

5.7.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого значения трудоемкости используем формулу

$$t_{oti} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (5.2)$$

где t_{oti} – ожидаем трудоемкость выполненной i -й работы чел. – день,

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -го работы (оптическая оценка в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел. – дней,

$t_{\max i}$ - – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел. -дней.

После того, как рассчитали $t_{\text{оти}}$, рассчитывается продолжительность каждой работы в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{оти}}}{\text{Ч}_i}, \quad (5.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. Дн;

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Составление предварительного плана ВКР:

$t_{\max i}=3$ дня; $t_{\min i}=1$ день.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 + 6}{5} = 1,5 \text{ дня};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{оти}}}{\text{Ч}_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \sim 2 \text{ дня};$$

Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР:

$t_{\max i}=14$ дней; $t_{\min i}=7$ дней.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{21 + 28}{5} = 9,8 \text{ дня};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{оти}}}{\text{Ч}_i} = \frac{9,8}{2} = 4,9 \sim 5 \text{ дня};$$

Изучение и выбор метода исследований в ВКР:

$t_{\max i}=14$ дней; $t_{\min i}=10$ дней.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{30 + 28}{5} = 11,6 \text{ дня};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{оти}}}{\text{Ч}_i} = \frac{11,6}{2} = 5,8 \sim 6 \text{ дня};$$

Написание теоретической части ВКР:

$t_{\max i}=21$ день $t_{\min i}=14$ дней.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{42 + 42}{5} = 16,8 \text{ дня};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{oti}}{q_i} = \frac{16,8}{1} = 16,8 \sim 17 \text{ дней};$$

Тестирование и отладка результатов эксперимента

$t_{maxi}=12$ день $t_{mini}=7$ дней.

$$t_{oji} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{21 + 24}{5} = 9 \text{ дней};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{oti}}{q_i} = \frac{9}{2} = 4,5 \sim 5 \text{ дней};$$

Получение результатов исследования и создание базы данных исследования:

$t_{maxi}=14$ день $t_{mini}=7$ дней.

$$t_{oji} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{21 + 28}{5} = 9,8 \text{ дней};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{oti}}{q_i} = \frac{9,8}{1} = 9,8 \sim 10 \text{ дней};$$

Анализ базы исследования/полученных результатов

$t_{maxi}=21$ день $t_{mini}=7$ дней.

$$t_{oji} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{21 + 42}{5} = 29,4 \text{ дня};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{oti}}{q_i} = \frac{29,4}{2} = 14,7 \sim 15 \text{ дней};$$

5.7.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для разработки графика проведения научного исследования будет использована диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}} , \quad (5.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{кал}} - T_{\text{пр}}} , \quad (5.5)$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14}$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу 5.12, после заполнения таблицы построим календарный план-график (таблица 5.13).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 5.12 – Временные показатели проведения научного исследования

Таблица 5.12 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	tmin, чел-дни		tmax, чел-дни		$t_{ожi}$, чел-дни					
	Рук.	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.	Инж.
Выбор темы, постановка цели и задач ВКР	3	-	5	-	3,8	-	4	-	6	-
Составление предварительного плана ВКР	1		3		1,4	-	2	-	2	-
Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР	7	7	14	14	9,8	9,8	5	5	4	12
Изучение и выбор метода исследований в ВКР										
Написание теоретической части ВКР	10	10	14	14	11,6	11,6	6	6	2	21
Подбор оборудования и заготовок для проведения эксперимента	-	14	-	21		16,8	-	17	-	17
Проведение эксперимента	7	7	12	12	9	9	5	5	5	5
Получение результатов исследования	7	7	12	12	9	9	-	10	-	10
Создание базы данных исследования	-	7	-	14	-	9,8	-	10	-	10
Анализ базы исследования/полученных результатов	-	7	-	14	-	9,8	-	10	-	10,5
Оформление итогового варианта ВКР	7	7	21	21	29,8	29,8	5	25	10	35
Согласование и проверка работы с научным руководителем	-	10	-	21		14,4	-	14	-	21
	2	2	4	4	2,8	2,8	1	1	1,5	1,5

Таблица 5.13 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Ткi, кол.Дн.	Продолжительность выполнения работ														
				Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Выбор темы, постановка цели и задач ВКР	Научный руководитель	6		ZZ													
2	Составление предварительного плана ВКР	Научный руководитель	2		Z													
3	Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР	Научный руководитель, Инженер	4 12			Z PPP												
4	Изучение и выбор метода исследований в ВКР	Научный руководитель, Инженер	2 21				Z PPPPPPPP											
5	Написание теоретической части ВКР	Инженер	17							PPPPPPPP								
6	Подбор оборудования и заготовок для проведения эксперимента	Научный руководитель, Инженер	5 5								Z P							
7	Проведение эксперимента	Инженер	10									PPPP						
8	Получение результатов исследования	Инженер	10										PPPP					
9	Создание базы данных исследования	Инженер	10,5											PPP				
10	Анализ базы исследования / получение результатов	Научный руководитель, Инженер	10 35													PPPPPPPP		
11	Оформление итогового варианта ВКР	Инженер	21													PPPPPPPP		
12	Согласование и проверка работы с научным руководителем	Научный руководитель, Инженер	1,5															Z P

Научный руководитель - ZZ Инженер - PPP

5.8 Бюджет научного исследования. Затраты на материалы и эксперименты

Затраты на проведение научного исследования приведены в таблице 5.13. Основные затраты приходятся на работу за стационарным компьютером, и поучается что наш исследование упирается в функционал оборудования и энергоресурс [15].

Стоимость оборудования, используемого при выполнении НИР, имеющегося на кафедре отделения стоимостью свыше 40 тыс. рублей, учитывалось в виде амортизационных отчислений. В данном случае выбран линейный способ амортизации оборудования, при котором происходит равномерное начисление амортизации с первоначальной до остаточной стоимости (в конце срока службы) в течение всего срока использования. Текущая остаточная стоимость определяется вычитанием суммарной накопленной амортизации основного средства из первоначальной стоимости.

Формула амортизации оборудования для определения ежемесячной суммы (М):

$$\sum M = ПС * n, \quad (5.6)$$

где ПС – первоначальная стоимость оборудования;

n – ежемесячная норма амортизации, рассчитываемая как отношение 1 к сроку полезного использования, выраженному в месяцах.

Соответственно амортизационные расходы в месяц составят:

$$\sum M = \frac{50000}{5*12} = 834$$

Расчет затрат по статье «Амортизация оборудования» представлена в таблице 5.14.

Таблица 5.14 - Расчет затрат по статье «Амортизация оборудования»

Наименование оборудования	Цена оборудования, руб.	Эксплуатации оборудования, количество лет	Амортизация, руб.
Набор стационарного компьютера	50000	5	834

Таблица 5.15 – Затраты на сырье на проведение НИР

Наименование	Затраты, руб.
Специальные Программные обеспечения	3000

5.9 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [17].

Для техника (дипломника) месячный оклад составляет $З_{бт}=13150$ руб/мес, для руководителя (профессора с ПКГ ППС 4) - $З_{бп}=33162$ руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле 5.7 [17]:

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5.7)$$

Где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле 5.8 [17]:

$$З_{осн} = З_{дн} * T_{раб}, \quad (5.8)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{р}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.,

$Z_{\text{дн}}$ –среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле 5.9 [17]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T}, \quad (5.9)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

T – количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6- дневную рабочую систему, значит $T=26$ дней.

Месячный должностной оклад работника [17]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * k_{\text{р}}, \quad (5.10)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$Z_{\text{мт}} = 13150 \cdot 1.3 = 17095 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{мп}} = 33162 \cdot 1.3 = 43110.6 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн.т}} = \frac{17095}{26} = 657,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн.п}} = \frac{43110.6}{26} = 1658.1 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 100 полных рабочих дней (8 часов в день)

$$Z_{\text{осн.т}} = 657,5 \cdot 100 = 65750 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн.п}} = 1658.1 \cdot 100 = 165810 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10–15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [17]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (5.11)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,1 и получаем:

$$З_{\text{доп.т}} = 0.1 * 65750 = 6575 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп.п}} = 0.1 * 165810 = 16581 \text{ руб.};$$

Итак, определяем полную зарплату работников:

$$С_{\text{зпт}} = 65750 + 6575 = 72325 \text{ руб.};$$

$$С_{\text{зпп}} = 165810 + 16581 = 182391 \text{ руб.}$$

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле 5.12 [17]:

$$С_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (5.12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Принимаем $k_{\text{внеб}} = 0.302$.

$$С_{\text{внеб.т}} = 0.302 * 72325 = 21842,15 \text{ руб.};$$

$$С_{\text{внеб.п}} = 0.302 * 182391 = 55082,082 \text{ руб.}$$

Накладные расходы примем не более 16% от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле 5.13 [15]:

$$С_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (5.13)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов. Принимаем $k_{\text{накл}} = 0.8$

$$С_{\text{накл.т}} = 0.16 * 231560 = 37049,6 \text{ руб}$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 5.16

Таблица 5.16 – Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Трудоемкость выполнения работ Тисп,д	Заработная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная заработная плата, руб	Основная заработная плата исполнителя ЗП осн,руб.	Месячный должностной оклад, руб
Дипломник	1	100	13150	657,5	65750	17095
Руководитель	1	100	33162	1658.1	165810	43110.6
Итого:	2	200			231560	

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Таблица 5.17 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	5000
2. Затраты на амортизацию оборудования	834
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	231560
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	23156
4. Отчисления на социальные нужды	36508,6
5. Накладные расходы	37049,6
6. Бюджет затрат НТИ	334107,6

Бюджет научного исследования, который включает материальные затраты, затраты по основной и дополнительной заработной плате, амортизацию оборудования и отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы и составил 334107,6руб.

5.10 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования

5.10.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cash flow). Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности инноваций согласно «Методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов...» [15] в качестве основных показателей рекомендуются:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- внутренняя норма доходности;
- потребность в дополнительном финансировании;
- срок окупаемости;
- индексы доходности затрат и инвестиций и др.

Чистым доходом (другие названия – ЧД, Net Value, NV) называется накопленный эффект (сальдо денежного потока) за расчетный период, где суммирование распространяется на все шаги расчетного периода. Важно четко различать окончательную эффективность проекта и затраты предприятия до даты, когда проект начнет приносить прибыль.

Таблица 5.18 затрат на реализацию проекта

Статьи затрат	На программу выпуска, руб
1.Материалы основные	420000
2. Материалы вспомогательные	265 000
3. Энергия технологическая	10 735
4. З/п основная (дипломник и научный руководитель)	648 228
5. ЕСН	2207400
6. Расходы на амортизацию оборудования	11676
Итого	3 563 039

Данные расходы рассчитаны на период 14 месяцев работы данного приложения, исходя из того, что конкурирующие приложения не обладают онлайн поддержкой и регулярным обновлением, дизайн неудобен для работы, нельзя ввести достаточно информации для работы и тонкостей технологического процесса. Исходя из рыночных цен, самая оптимальная стоимость разработанного нами приложения будет составлять 499 р для физических лиц. При первоначальной покупке клиента пользователь получает 2 месяца бесплатного пользования полным пакетом приложений. Ежемесячная подписка составит.

1 месяц -299 р;

3 месяца – 769;

6 месяцев – 1349 р;

12 месяцев – 2499 р.

Для юридического лица первоначальная цена приложения будет индивидуальной и считаться таким образом $499 \times N$ пользователей $\times 0,8$. Также первые два месяца будут бесплатными для доступа к полному пакету. Подписка для юридического лица будут предоставлена только на 6 или 12 месяцев. Цена,

с учетом скидки будет составлять 1099 р. и 2099 р. соответственно для каждого пользователя.

Для зарубежных пользователей цена за подписку будет выше на 70% только для юридических лиц, в связи с тем, что большинство зарубежных стандартов являются платными и требуют перевода. Первоначальная цена 499х N пользователей х 0,8. 1869 р – 6 месяцев; 3569 р – 12 месяцев.

Приведем пример выручки за год от данного приложения:

- Выручка от продажи приложения и подписки физическим лицам (5000 клиентов): $2495\ 000 \cdot 0,7 + 6745000(\text{подписка}) = 8491500$ руб.

Комиссия на торговой площадке 30%

- Выручка от продажи юридическим лицам (500 клиентов по 7 пользователей): $1397200 + 1259400(\text{подписка}) = 13991200$ рублей

Общая выручка 22482700 рублей.

Итого прибыль за год выйдет $22482700 - 3\ 563039 = 13\ 736\ 965$ рублей с условием что к данному проекту не будут привлекаться другие работники, но для данной разработки еще нужно будет привлечение других рабочих, так что сумма может измениться в зависимости от найма.

В целом разработка данного программного обеспечения является довольно стабильной.

Вывод по разделу 5

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы был проведен технико-экономический анализ разработки мобильного приложения. Целевой рынок результатов исследования будет включать в себя все отрасли сварочной промышленности, нуждающиеся оперативном поиске нужной информации.

Результаты исследования могут найти практическое применение, как у частных лиц, так и у юридических.

Построена интерактивная матрица SWOT-анализа, в которой показаны слабые и сильные стороны для разрабатываемого проекта.

Сделан план исследования, в котором распределялись основные функции проекта между руководителем и дипломником и сделан расчет бюджета научного исследования, в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также заработные платы участников проекта.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что для текущего исследования коэффициенты энергосбережения и стоимости эксперимента выше, чем у аналогов. Из этого можно сделать вывод, что интегральный финансовый показатель будет меньше, чем у аналогов исследования. А значит, на данное исследование был израсходован бюджет, величина которого могла быть больше при проведении исследований с помощью аналогов.

Рассчитан бюджет научного исследования, который включает материальные затраты, затраты по основной и дополнительной заработной плате, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы и составил 421970,2руб.

6. Социальная ответственность

Социальная ответственность - ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

В данной работе рассмотрена разработка мобильного программного обеспечения (ПО) «Калькулятор сварки».

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимоувязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании лаборатории необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

6.1 Производственная безопасность.

В здании, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы:

- не комфортных метеоусловий,
- вредных веществ,
- производственного шума,
- недостаточной освещенности,
- электромагнитного излучения,
- наличие токсикантов.

Опасные факторы:

- электроопасность;
- пожароопасность.

6.1.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- температура воздуха,
- относительная влажность воздуха,
- скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 22	40 - 65	≤ 0.2
Теплый	средняя	15 - 28	20 - 75	≤ 0.5

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

6.1.2 Производственный шум

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 50 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 32 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко – и вибропоглощающие материалы;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

6.1.3 Освещенность

Согласно СП 52.13330.2011 в офисном помещении, где происходит различение объектов при фиксированной линии зрения освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 150 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 6$ м, ширина $B = 6$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 0,75$ м. Согласно СП 52.13330.2011 необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B, \quad (6.1)$$

где: A – длина, м,

B – ширина, м.,

$$S = 6 \times 6 = 36 \text{ м}^2.$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c=50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{\Pi}=70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z=1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z=1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 2600$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, \quad (6.2)$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 \text{ м} - 0,75 \text{ м} - 0,3 \text{ м} = 2,45 \text{ м} \quad (6.3)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2,75 \text{ м} = 3 \text{ м}, \quad (6.4)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = B/L = 6 \text{ м} / 3 \text{ м} = 2, \quad (6.5)$$

Число светильников в ряду:

$$Na=A/L=6 \text{ м}/3 \text{ м}= 2, \quad (6.6)$$

Общее число ламп:

$$N = 2 \cdot Na \cdot Nb = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8, \quad (6.7)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется из уравнения:

$$L = Na \cdot L_1 + \frac{2}{3} \cdot L_1 + N \cdot L_{lam}, \quad (6.8)$$

$$L_1 = \frac{L - Na \cdot L_{lam}}{N + \frac{2}{3}} - \text{расстояние между светильниками,}$$

где L – длина периметра,

Na – число светильников в ряду,

L_{lam} – длина светильника вдоль периметра,

N – число расстояний между светильниками.

$$L_1 = \frac{6000 \text{ мм} - 2 \cdot 265 \text{ мм}}{1 + \frac{2}{3}} = 3300 \text{ мм}$$

$$L_2 = \frac{6000 \text{ мм} - 2 \cdot 1227 \text{ мм}}{1 + \frac{2}{3}} = 2130 \text{ мм}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 6.1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

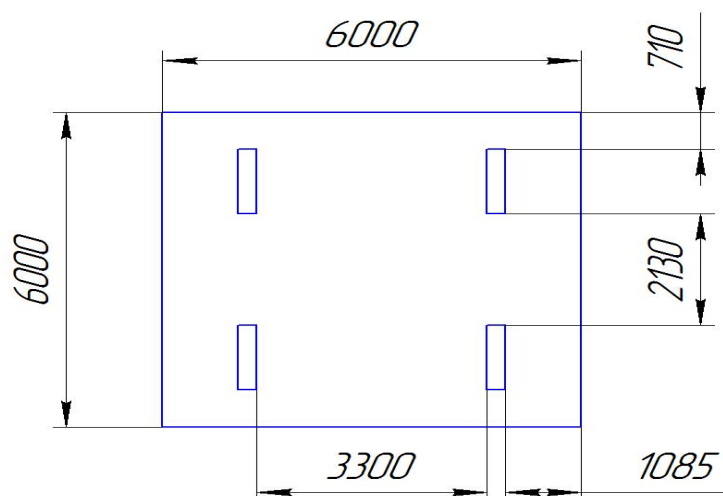


Рисунок 6.1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = A \cdot B / [h \cdot (A + B)] = 6\text{ м} \cdot 6\text{ м} / [2,75\text{ м} \cdot (6\text{ м} + 6\text{ м})] = 1,09, \quad (6.9)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70\%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,46$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z / N \cdot \eta = 150 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1 / 8 \cdot 0,46 = 2421 \text{ лм}, \quad (6.10)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$
$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 \text{ лм} - 2421 \text{ лм}}{2600 \text{ лм}} \cdot 100\% = 7\%$$

Таким образом: $-10\% \leq 7\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

6.1.3 Электромагнитные поля

Электромагнитное излучение, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, может являться причиной профессиональных заболеваний. В результате возможны изменения нервной, иммунной, сердечно-сосудистой, половой и других систем организма человека.

В процессе длительного пребывания в зоне действия электромагнитных полей наступают преждевременная утомляемость, сонливость или нарушение сна, появляются частые головные боли. При систематическом облучении наблюдаются стойкие нервно-психические заболевания, изменение кровяного давления, замедление пульса, трофические заболевания (выпадение волос,

ломкость ногтей). При этом наблюдается вялость, снижение точности рабочих движений, возникновение болей в сердце.

Предельно допустимые уровни облучения (по *СанПиН 2.2.4.1191-03*):

- при 8-часовой работе ПДУ магнитного поля составляет 10 мкВт/см^2 ,
- при 8-часовой работе,
- при 2-часовой работе – $10\text{-}100 \text{ мкВт/см}^2$,
- при 20-минутной работе $> 100 \text{ мкВт/см}^2$.

Исходя из исследования [18], безопасным расстоянием от токоведущего кабеля до жизненно важных органов сварщика являются расстояния 0,1; 0,25 и 0,35 м при токах 200, 300 и 400 А соответственно. Экспериментальные исследования показали, что индукция поля вблизи корпуса выпрямителя ВДУ-506 при токах до 400 А на порядок ниже ПДУ. Это связано с тем, что выпрямитель экранируется металлическим корпусом.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника заземленным металлическим ограждением.

СИЗ

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя. Очки из металлической решетки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

6.2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

- 1) Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
- 2) Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей

металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

- 3) Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и до 1000 В при наличии двух и более из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Офисное помещение относится к помещению без повышенной опасности. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы.

Офисная техника изолирована при выполнении работ под напряжением 220 В. В здании находятся предохранители во избежание короткого замыкания. Задействованная в работе техника должна быть сертифицирована и гарантировать электробезопасность работников.

6.2.2 Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 офис относится к категории Д - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии, так как вся орг.техника хранится в темных местах без теплового воздействия.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам электрического характера.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении должны проводиться следующие мероприятия:

- использование только исправного оборудования;
- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не

более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу рисунок 6.2. В случае ЧС сотрудникам необходимо добраться до ближайшего пункта сбора.

План эвакуации из лаборатории

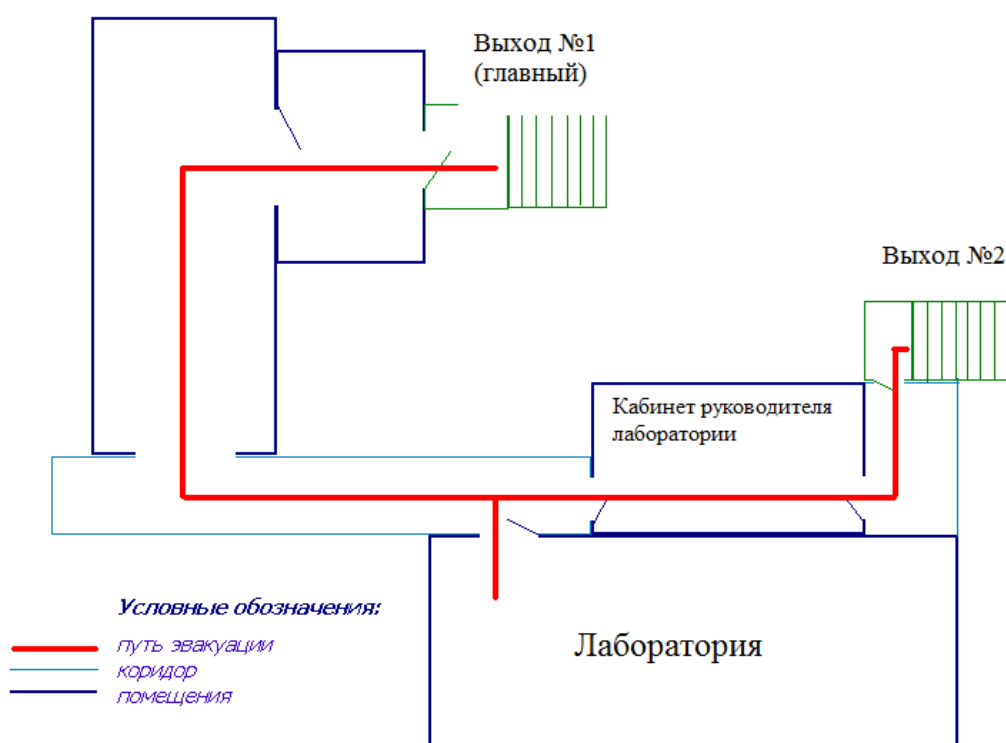


Рис 6.2 Пути эвакуации.

6.2.3 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это осуществление сбора отходов производства (бумага, батареи, пластик, металл т .д.) в места их переработки.

Для перехода к безотходным производствам в офисе необходимо осуществлять сбор (установить контейнеры или коробки с обозначениями), сортировку отходов на металл, бумагу, пластик и стекло с последующей транспортировкой в перерабатывающие предприятия. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Вышедшие из работы лампы, подлежащие переработке, необходимо собирать в коробки (до установленного объема) для транспортировки на перерабатывающее предприятие.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные бытовые обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа не прекратилась. В офисе должен находиться 3-дневный запас воды на всех сотрудников.

В случае отсутствия электроэнергии должны быть предусмотрены аварийные источники электроэнергии.

В сильные морозы возможен выход из строя транспорта. В распоряжении фирмы должны находиться запасной микроавтобусы и(или) автомобиль, которые должны храниться в отапливаемом гаражном боксе.

Альтернативой данному решению является дистанционный способ работы. Для каждого работника необходимо иметь набор офисной техники для обеспечения его работы на дому.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии необходимо оборудовать офисное помещение системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности

2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”

3.ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"
17. ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"

Заключение

В ходе проведения исследования было разработано мобильное программное обеспечение, состоящие из пяти массивов данных. Содержащие в себе ГОСТ5264-80, материалы групп М01 и М03, типов электродов и режимов сварки.

Тестирование мобильного приложения показало удобство пользования и наглядность предоставляемых данных. Также в разработанном мобильном приложении есть возможность добавления новых функций и возможность адаптации для разных нужд сварочной отрасли.

Использование в предлагаемом мобильном приложении ГОСТ 5264-80 и групп материалов М01 и М03, является конкурентным преимуществом разработки. Ресурсоэффективность повышается за счет использования реализованного мобильного программного обеспечения, следовательно, увеличивается рост производительности труда пользователя. Разработки в виде мобильных приложений в последние годы получили большое распространение и считаются приоритетным направлением у мировых производителей сварочного оборудования и материалов. При изучении рынка востребованности сварочной отрасли, обнаружен большой потенциал в виде всевозможных программных обеспечений.

При проведении анализа по теме диссертации на предмет возникновения вредных и опасных проявлений факторов производственной среды, предложены средства защиты. Анализ негативного воздействия на окружающую среду показывает, что существенного влияния не оказывается.

Список использованных источников

1. ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные»
2. ГОСТ 9467-75 «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы (с Изменением №1)»
3. Weld Connect – приложение для работы со сварочной системой http://tctena.ru/industry_4.0/weidconnect/ (дата обращения: 10.04.2020).
4. Мобильное приложение Сварочные швы <https://apkpure.com/ru/сварочные-швы/iws.by.svarkashvi/> (дата обращения: 10.04.2020).
5. Справочник сварщика <https://apkpure.com/ar/справочник-сварщика/by.iws.svarka.svarkaapp/> (дата обращения: 10.04.2020).
6. САПР Сварка – 3D <https://www.sapr-svarka.ru/p/description.html> (дата обращения: 10.04.2020).
7. www.esab.ru Приложение для смартфонов <https://www.esab.ru/ru/ru/support/tools/smartphone-applications.cfm> (дата обращения: 10.04.2020).
8. Программное обеспечение для сварочных работ / моделирование / для интерфейса / процесса TRANSWELD® <https://www.directindustry.com.ru/prod/transvalor-sa/product-185617-2104279.html> (дата обращения: 11.04.2020).
9. Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин Материаловедение. / Издательство МГТУ им. Баумана, 2004 – 648с.
10. Kotlin URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Kotlin/> (дата обращения: 15.04.2020).
11. О LabVIEW // LabVIEW (National Instruments) URL: <http://www.labview.ru/labview/> (дата обращения: 20.04.2020).
12. Introduction // ImageJ. Image processing and analisis in java URL: <https://imagej.nih.gov/ij/docs/intro.html> (дата обращения: 20.04.2020).

13. MATLAB major update // MathWorks URL: <http://www.mathworks.com/products/matlab/> (дата обращения: 20.04.2020).
14. Android Studio URL: <http://androidstudio.ru/>
15. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: метод. указания / Том. пол-й. ун-т. – Томск 2014. – 73 с
16. Экономические расчеты в дипломных проектах по техническим специальностям: Метод. указания для студентов / Сост.: Л.И. Горчакова, М.В. Лопатин. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. - 28 с.118
17. Политика доходов и заработной платы. Под ред. П. В. Савченко и Ю. П. Кокина. М.: Юристъ, 2000. 456 с.
18. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.»
19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года)
20. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
21. СанПиН 2.2.4.3359–16.Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
23. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Рекомендовано в качестве практикума Редакционно-издательским советом Томского политехнического университета. – Томск Издательство Томского политехнического университета 2009 – 101с.
24. ГОСТ Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
25. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

Приложение А

1.2 Overview of mobile applications for welders

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1BM81	Пя Константин Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина Анна Александровна	к.т.н., доцент		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ	Марцева Татьяна Александровна	к. филол. н.		

Literature review

1.1 Overview of mobile applications for welders

Most mobile applications and programs for welders are a convenient resource, thanks to which useful information is always at hand. Mobile applications and specialized programs contain guidelines for the selection of welding materials, a reference guide for protective gases, regulatory documents, GOST Standards, as well as necessary recommendations for planning welding operations and safety during their implementation.

In recent decades, there has been a trend of rapid development of information technologies in production. The welding operation is also not left without attention. There is range of possible software, both from leading manufacturers of welding equipment, and individuals. Designed as programs for welding operations, various applications for welders and separate equipment can be easily combined with welding equipment.

The scope of digitalization of welding production varies:

- improvements in the speed of product development and the quality of design documentation;
- selection of welding materials and protective gases;
- selection of optimal welding parameters when setting up welding equipment;
- application of a centralized industrial communication Protocol that allows you to manage various processes effectively, change modes quickly and improve the quality of products;
- control of modes during welding, allows you to determine the presence of defects in the weld by deviations from the established modes;
- real-time monitoring of the thermal analysis of the seam zone, as well as attempts to detect the presence of defects at an early stage;

- mathematical modeling of welding processes, allowing to predict the thermo-mechanical behavior during welding assembly;
- background information on nominees and guests.

These programs and mobile applications are designed to make the right decisions and make information more accessible to different users' qualifications. These applications can be used independently or complement other applications.

Due to the huge variety of ways to obtain information, they are widely used in science, industry, agriculture, etc.

Thanks to the development of digital technology, there are now many welding systems that can support a powerful mathematical apparatus. This makes it possible to automate complex engineering tasks and calculations, which allows reducing the influence of the welder on the process.

1.2 The Weld Connect Mobile app

Weld Connect is a mobile application for working with the welding system of the Austrian company Fronius. It allows you to determine the optimal parameters for a specific welding process. The welder only needs to enter the model number of the current source, the welding process, the thickness of the metal, welding speed, geometry of the weld and base metal, filler material and shielding gas. Data can be entered manually or by scanning QR codes of materials using a smartphone. Based on this data, Weld Connect will quickly and accurately calculate the surfacing performance and energy consumption, as well as offer an optimal welding solution.

The Weld Connect app is also a full-fledged reference guide that contains detailed information about welding equipment, welding processes and their special modifications in Russian. Users will be able to find comprehensive information about the subtleties of choosing welding parameters, technologies, and get a full-fledged knowledge center, available always and everywhere - just get a smartphone with the WeldConnect app [3]. An example of application screens is shown in figure 1.2.

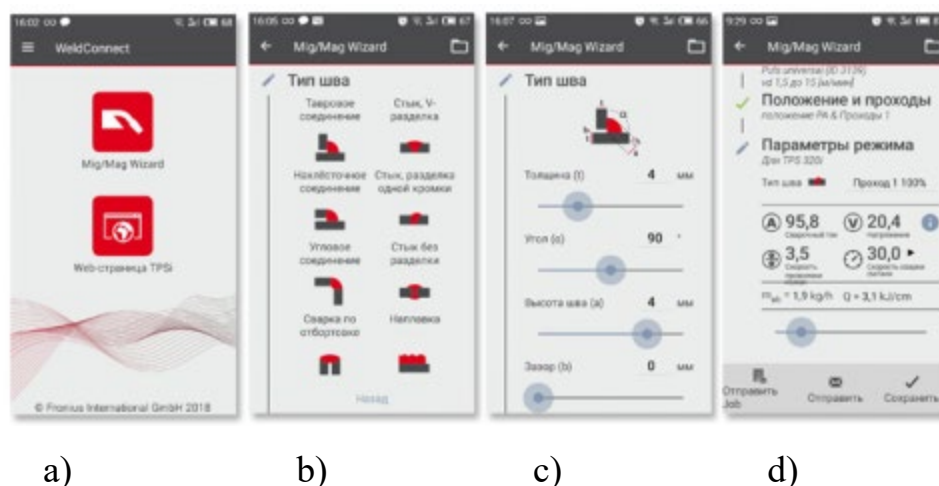


Figure 1.2 Weld Connect application Screens, screen 1 (a), screen 2 (b), screen 3 (C), screen 4 (d).

Figure 1.2 a shows the screen where the welding method and equipment from Fronius are selected. The screens b and c show the choice of the seam type and the geometric dimensions of the seam roller. On screen d, you can set up equipment modes that can be changed during the welding process.

This application is configured to work together with the design documentation and requires knowledge of GOST and ND to configure the equipment more correctly.

1.3 Welding seams Mobile App

The mobile application "Welds" is designed for technological support of the educational process and is an electronic guide to the educational subject "special Technology" in the specialty "welding Technology". This annex describes the classification of welds, provides symbols of welded joints in accordance with the ESKD GOST 2.312-72, as well as types of welded joints. There is also a test to consolidate the knowledge gained during the study of the educational material in this application [4].



Fig. 1.3 Screens of the «Welding Seams» application.

This application is designed for educational purposes and is not able to make preliminary calculations, which greatly narrows the range of its use.

1.4 Welder's Guide mobile App

The mobile application "welder's Guide" is designed for technological support of the educational process and is an electronic guide to the educational subject "special Technology" in the specialty "welding Technology". This application can be considered as one of the methodological tools in the work of a teacher, allowing you to organize visual and informative training sessions [5].

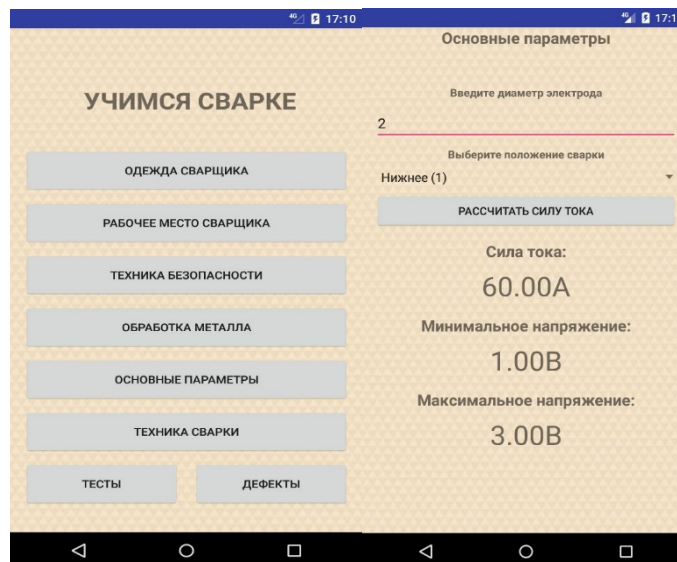


Fig. 1.4 Screens of the «Welder's guide» application.

This application is more extensive in its content, but it is also designed for educational purposes and is able to make a preliminary calculation of the current strength, which expands the range of its use.

1.5 WELDING-3D mobile App

WELDING-3D is a COMPASS – 3D application that allows you to increase the speed of development, as well as the quality of design documentation for welded parts, assemblies and products [6]. WELDING-3D allows you to build solid-state models of welds in 3D, which helps to calculate the deformations that occur in the model during load modeling more accurately.

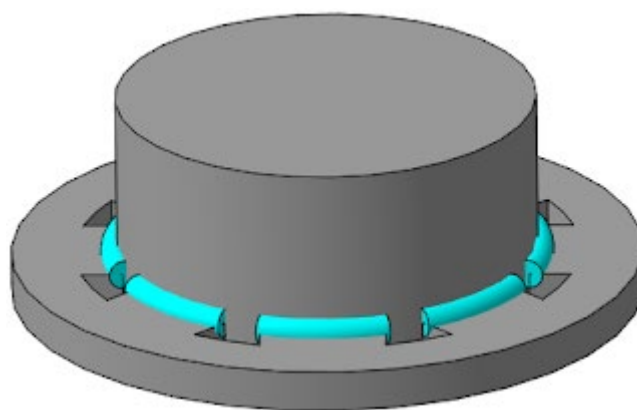


Fig. 1.5 View of the weld in CAD WELDING-3D.

WELDING-3D allows you to create tables and symbols of welds in 3D documents and drawings. This app is fully adapted to Russian standards. This allows you to significantly reduce the time spent on the development and preparation of working documentation.

1.6 Application for smartphones of the company ESAB

The EXATON welding app is a convenient resource for welders, so that useful information is always at your fingertips. The application includes a guide to the selection of welding materials, a reference guide to protective gas, a diagram of the ferrite content, and linear energy calculators. You will have the opportunity to make an assessment of weldability, as well as find useful recommendations for planning welding operations in the welding manual. In addition, you will have data for the entire range of EXATON filler metals-all the necessary information on your mobile phone [7].

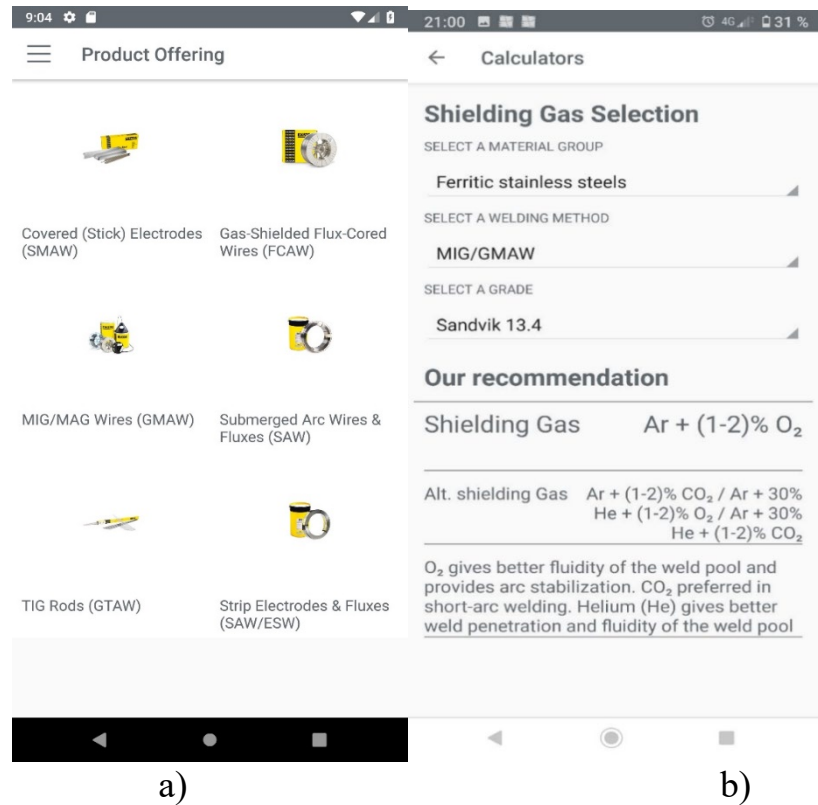


Figure 1.6 view of Eaton application screens, materials screen (a), calculator screen (b).

ESAB is implementing information technologies dynamically. We can also mention a convenient and informative website with a detailed description of products and welding technologies, and the EXATON mobile app. This app allows ESAB to promote its products more actively on the market making the choice of materials and technologies for welding more convenient.

1.7 TRANSWELD ® welding Software

Software for modeling welding processes TRANSWELD ® is software designed to provide an industrial solution for predicting thermomechanical behavior during assembly welding [8].

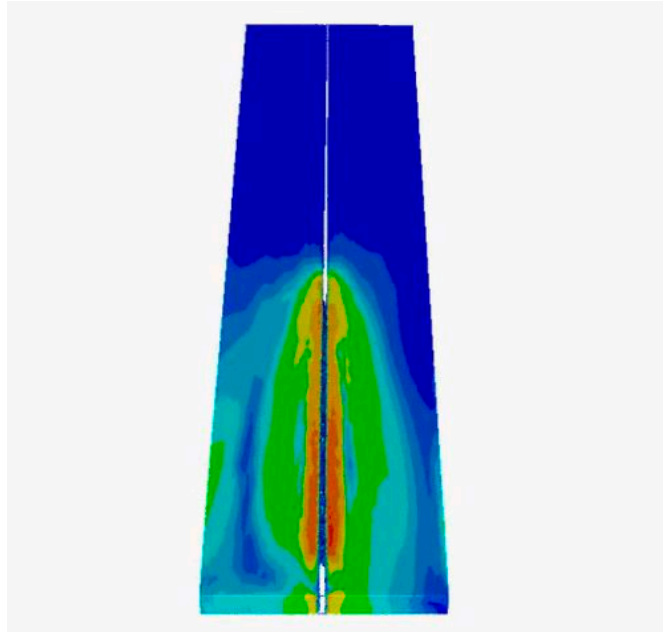


Fig. 1.7 View of temperature modeling of the seam zone boundary
TRANSWELD ® application.

The main direction of TRANSWELD ® is to predict the results by the end of the welding process, taking into account stresses and deformations. Software developers see the use of their product both in research and production.

Conclusion to Chapter 1

For those who work in welding production or are engaged in research work there is a need to get the necessary information and results of their calculations quickly. The market demand for various mobile applications for the welding industry is very high. This is confirmed by the release of various mobile applications and programs by major manufacturers of welding equipment, as well as small companies. There is also a demand for offline mobile applications that can not only work as reference books, but also perform initial calculations of welding modes. Therefore, it is necessary to develop a mobile application that can meet all these requirements.

Chapter 2. Description of materials in groups M01 and M03

Materials of groups M01 and M03 are structural materials with a certain structural strength. Structural materials are intended for manufacturing machine parts, devices, and engineering structures that are subjected to mechanical stress. They also work under cyclic, static and shock loads in different temperature ranges and in contact with different media. All of the above factors determine the requirements for structural materials, the main of which are technological, operational and economic.

Operational requirements are of paramount importance. In order to ensure the performance of specific machines and devices, the material must have high structural strength [9].

Technological requirements for materials ensure the least labor-intensive manufacturing of structures and parts. The manufacturability of the material is evaluated by its cutability, pressure, weldability, casting ability, as well as its calcinability, tendency to deformation and warping during heat treatment. The manufacturability of the material is important, since it affects the performance and quality of manufacturing parts [9].

Economic requirements are reduced to the fact that the material has a low cost and is affordable. If possible, steels and alloys should contain a minimum number of alloying elements. The use of materials containing alloying elements should be justified by increasing the performance properties of parts [9].

All of the above basic material requirements are important for mass-scale production. Therefore, high-quality construction material must meet all the above requirements. The main materials used in the production of welded structures for various purposes are divided into groups, table 1.

Table 1 - Groups of materials to be welded

Group		Materials
M01(W01)	1	Carbon and low-alloy structural steels of the perlite class with a yield strength of up to 360 MPa.
M02(W02)	2	Low-alloy heat-resistant chromium-molybdenum and chromium-molybdenum-vanadium steels of the perlite class.
M03(W03)	3	Low-alloy structural steels of the perlite class with a guaranteed minimum yield strength of over 360 MPa.
	4	Low-alloy structural steels of the perlite class with a guaranteed minimum yield strength of over 500 MPa.
M04(W04)	5	High-alloyed (high-chromium) steel of martensitic and martensitic-ferritic classes with a chromium content of 10% to 18%.
	6	High-alloyed (high-chromium) steel of martensitic, ferritic class with a chromium content of 12% to 30%.
M05(W05)	7	Martensitic alloy steels with a chromium content of 4% to 10%.
M06	8	Irons.
M07	9	Reinforcing steel of reinforced concrete structures.
M11(W11)	10	High-alloyed austenitic-ferritic steels.
	11	High-alloy austenitic steels.
M21(W21)	12	Pure aluminum and aluminum and aluminum-manganese alloys
M22(W22)	13	Non-heat-resistant aluminum-magnesium alloys.
M23(W23)	14	Heat-resistant aluminum-magnesium alloys.
M31	15	Copper
M32	16	Copper zinc alloys
M33	17	Copper-Nickel alloys.
M34	18	Bronzes.
M41	19	Titanium and titanium alloys.
M51	20	Nickel and Nickel alloys.
M61	20	Polyethylene.

Typical steel grades of basic materials by group are shown in table 2.

Table 2-steel Grades of main materials

Group of materials		Brands of materials
M01 (W01)	1	ST2C, ST2PS, ST2SP, STZCP, STZPS, STZSP, STZGPS, STZGSP, ST4CP, ST4PS, ST4SP, 08, 08T, 08GT, 10, 15, 15G, 18, 18G, 20, 20G, 25.15 K, 16K, 18K, 20K, 22K, 15L, 20L, 25L, 20YUCH, A, V, 09G2, 10G2, 14G2, E32, D32, 16GMYUCH, 12GS, 12GSB, 12G2S, 13GS, 13GS-U, 15GS, 16GS, 17GS, 17G1s, 17G1s-U, 20GSL, 20GML, 08GBYU, 09G2S, 09G2SA, 09G2S-SH, 10G2S, 10G2S1, 10G2S1D, 14HGS, 09G2SUCH, 09HG2SUCH, 09HG2NABCH, 07GFB-U, 15HSND, 14GNMA, 16GNMA, 10GN2MFA, 10GN2MPHAL, 15GNMFA.
M02 (W02)	2	12MX, 12HM, 15HM, 20HM, 20HMA, 20KHM, 10H2M, 10H2M-VD, 20H2MA, 1H2M1, 12H2M1, 10H2M1A, 10H2M1A-A, 10H2M1A-VD, 10H2M1A-W, 12H1MF, 15H1M1F, 20KHMFL, 15KHM1FL, 12H2MFSR, 12H2MFB, 12H2MFA, 15H2MFA, 15H2MFA-A.
M03 (W03)	3	13G1S-U, 13G1SB-U, 13G2AF, 14G2AF, 15G2AFD, 16G2AF, 18G2AF, 09GBYU, 09G2FB, 10G2FB, 10G2SFB, 10G2FBU, 09G2BT, 10G2BT, 15G2SF, 12G2SMF, 12G2SB, 12G2SB-U, 12GN2MFAYU, D40, E40, 10HSND, 10HN1M, 12HN2, 12HNZA, 10X2GNM, 10X2GNMA-A.
	4	30HMA, 15H2NMFA, 15H2NMFA-A, 18H2MFA, 25H2MFA, 12H2N4A, 18HZMV, 20HZMVF, 25HZMFA, 15HZNMFA, 15HZNMFA-A, 20HNZL, 38HNZMFA, 20HGSA, 30HGSA, 30HGS.
M04 (W04)	5	20X13, 08H14MF, 20H17N2, 12X13, 12H11V2MF (1H12V2MF), 05H12N2M, 06H12NZDL, 07H16N4B.
	6	08X13, 08X17T, 15X25, 15X25T, 15X28, X17.
M05 (W05)	7	15X5, 15X5M, 15X5M-U, 15X5VF, X8, 12X8, 12X8VF, X9M, 20X5ML, 20X5VL, 20X5TL, 20X8VL.
M11 (W11)	10	08H22N6T, 08H18G8N2T, 08H21N6M2T, 15H18N12X4TY, 15H18N12X4TY-sh, 16H18N12X4TYUL, 12H21N5T, 07H16N6-sh, 10H18N4G4L, 03H22N6M2, H32N8, H32N8-sh.
	11	02H8N22S6, 02H18N11, 03Z19AG3N10T, 03H21N21M4GB, 07H21G7AN5, 12H18N10T, 10H14G14N4T, 10H17N13M3T, 03H18N11, 03H20N16AG6, 10H13G12BS2N2D2, 12H18N12M3TL.

As we can see from the tables, materials are divided into groups by mechanical properties. This speeds up the selection of electrode brands and the choice of material for a particular design. The M01 group of materials is used to manufacture of metal structures (structures made of profiles, sheets and pipes). They produce car frames, steel furniture, metal structures of industrial buildings, spans of bridges and overpasses. Materials must have sufficient plasticity and strength, low tendency to brittle destruction, cold resistance, as well as good processability (weldability, straightening and bending ability, etc.). Materials of the M03 group provide an increase in the yield

strength from 1.3 to 1.8 times. This reduces the weight of metal structures and reduces material consumption by 30% -40%. Due to the low threshold of cold breaking (from -70 to -40 deg. C) these materials can be used in areas with low climatic temperatures.

Conclusion of Chapter 2

The division of materials into groups significantly reduces the time spent on selecting materials for various structures and significantly simplifies the selection of welding materials.